ÜBER DIE

ERSTEN ENTWICKLUNGSPROCESSE

DER

KNOCHENFISCHE.

INAUGURAL-DISSERTATION

VORGELEGT

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ERLANGEN

VON

MIECZYSŁAW VON KOWALEWSKI

AUS WARSCHAU

PRIVATASSISTENT AM ZOOLOGISCHEN INSTITUT ZU ERLANGEN.

MIT EINER LITHOGRAPHISCHEN TAFEL.

LEIPZIG

WILHELM ENGELMANN

1886.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XLIII. Band.)

Die vorliegende Untersuchung wurde während des Sommers 1885 im zoologischen Institute zu Erlangen ausgeführt, und ich halte es für meine angenehmste Pflicht an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Emil Selenka, für die gütige Überlassung des Materials und seine liebenswürdige Unterstützung bei meiner Untersuchung den innigsten Dank auszusprechen.

Obwohl bereits eine ziemlich große Zahl von Arbeiten über die Entwicklung der Knochenfische existirt, so habe ich dennoch dieses Thema aufgenommen, weil es mir wohl der Mühe werth schien, die mannigfachen Widersprüche zu beseitigen, welche sich in jenen Arbeiten finden. In Nachstehendem theile ich einige Ergebnisse meiner Untersuchungen über die jüngsten Entwicklungsprocesse mit.

Als Untersuchungsobjekte dienten mir hauptsächlich Goldfische (Carassius auratus L.); außerdem hatte ich auch Macropoden (Polyacanthus viridiauratus Lac.)-, Gobius sp.- und Teleskopen (Carassius auratus L. var.)-Eier, so wie pelagische Eier eines mir unbekannt gebliebenen Fisches zur Verfügung.

Goldfische und Teleskopen legen ihre Eier gewöhnlich an Wasserpflanzen und zwar so fest, dass man bei der Konservirung des Materials gezwungen ist, dieselben zusammen mit den Stücken der Pflanze, an welche sie geklebt sind, abzuschneiden und so in das Härtungsmittel einzulegen. Die Macropoden legen ihre Eier in Nester, welche das Männchen einige Tage vor dem Laichen aus Luftbläschen, die mit Mundspeichel umhüllt werden, zu bauen beginnt.

Die Eier der drei eben genannten Fische wurden in einer Mischung von Pikrinschwefelsäure mit Chromsäure gehärtet (auf 1 Volum Pikrinschwefelsäure $^1/_8$ Volum einprocentiger Chromsäure). In der Mischung blieben die Eier $1^1/_4$ Stunde lang, um dann während ungefähr 12 Stunden in 20%igem Alkohol unter fortwährendem Wechsel von der Chromsäure befreit, und innerhalb ungefähr 10 Stunden in 20-, 28-, 35-, 43-, 50-, 60- und 70procentigen Alkohol übergeführt und in letzterem aufbewahrt zu werden. Letzterer wurde öfters, um die Pikrinsäure zu entfernen, gewechselt.

Eier von Gobius, so wie von der erwähnten pelagischen Form habe ich schon gehärtet bekommen. Erstere waren zum Theil mit Pikrinschwefelsäure, zum Theil mit Sublimat, die übrigen sämmtlich mit Pikrinschwefelsäure behandelt.

Vor der Färbung wurden die Eihüllen unter dem Präparirmikroskope gesprengt oder abgenommen, die Eier in Grenacher'schem Boraxkarmin oder Hämatoxylin gefärbt, dann entwässert, mittels Toluo in Paraffin übergeführt und dann geschnitten. Die Dicke der Schnitte betrug durchschnittlich etwa 0,008 mm.

I. Das Ei.

Vom Eie selbst habe ich nur wenig mitzutheilen. Das eben ausgestreifte reife Teleskopenei stellt uns ein rundes, stark grobkörniges, undurchsichtiges Gebilde dar, in einer ziemlich dicken Eihülle eingeschlossen. Bald nachdem dasselbe ins Wasser gelangt, verdünnt sich diese letztere und hebt sich vom Eie ab, in Folge davon entsteht ein Zwischenraum zwischen den beiden. Zu gleicher Zeit beginnt die Sonderung der Bestandtheile des Eiinhaltes: des Protoplasmas und Dotters. Das Protoplasma fängt an, aus allen Eitheilen gegen eine Stelle der Eiperipherie — gegen den künftigen Keimpol — zu strömen und sammelt sich hier zu einer mächtigen Lage, — der Keimscheibe der Autoren. Dieses Strömen geschieht von der Oberfläche des Eies in ganzer Schicht, von seinem Inneren in feinen, gegen den Keimpol immer stärker werdenden und verschiedenartig unter einander anastomosirenden Zügen oder Strängen. Hand in Hand mit diesem Vorgange hellt sich das Ei auf. Und zwar tritt die Aufhellung zuerst am hinteren Pole des Eies auf und schreitet allmählich gegen den Keimpol weiter vor. Es wird aber nicht das ganze Ei durchsichtig. Unmittelbar unter der Keimscheibe bleibt ein Theil desselben — wie das auch die Mehrzahl der Autoren beobachtet haben — ganz undurchsichtig zurück. Er ist bei den Teleskopen ziemlich dick —

etwa $^1/_5$ der ganzen Längsachse des Eies einnehmend — und besitzt ganz das Aussehen eines eben aus dem Mutterleibe ausgestreiften reifen Eies. Die Grenze zwischen diesem Theile und der sich hügelartig erhebenden Keimscheibe ist schärfer angedeutet als zwischen demselben und dem dahinter gelegenen Eiabschnitte.

Das ist Alles, was ich an einem lebenden Eie s. str. wahrnehmen konnte.

Die beiden oben beschriebenen Processe: die Koncentration des Protoplasmas gegen den animalen Pol und das Aufhellen des Eies sind mit einander innigst verbunden: der letzte Process ist die Folge des ersten. Je mehr Protoplasma sich in der Keimscheibe sammelt, desto weniger bleibt im Dotter: derselbe als eine homogene, durchsichtige und stark lichtbrechende Masse wird durch dieses Austreten des Protoplasmas immer mehr befähigt diese seine Eigenschaften zu offenbaren. Die Keimscheibe, obwohl von einem trüben, feinkörnigen Protoplasma gebildet, wird relativ durchsichtiger, je mehr hier von demselben angehäuft, je dichter es wird und je weniger fremde Körper es in sich einschließt. Denn diese, obwohl selbst durchsichtig, verursachen im Protoplasma die Entstehung verschiedener Lücken und Räume, deren Wände auf die Lichtstrahlen ablenkend wirken und so die Undurchsichtigkeit und das dunkle Aussehen veranlassen. — Das Letztere ist nämlich der Fall in dem schon mehrmals erwähnten dunklen Hof unter der Keimscheibe. Wie die Schnitte der erhärteten Präparate uns belehren, bildet hier das Protoplasma des Eies ein dichtes Gerüst von sehr vielen größeren und kleineren, mannigfaltig geformten, mit Dotter gefüllten Maschen. Das hier nur die genannte Anordnung der Grund der Undurchsichtigkeit sei, liegt ganz klar auf der Hand, da die beiden Eibestandtheile — das Protoplasma und der Dotter — ihre feinere Struktur und ihr Aussehen im ganzen Ei überall unverändert bewahren.

Ich habe leider die Verhältnisse an den gehärteten, eben aus dem Mutterleibe ausgestreiften Eiern nicht geprüft. Die große Ähnlichkeit aber im Aussehen und Baue zwischen dem in Rede stehenden Eitheile und dem reifen, noch nicht differenzirten Eie — wie wir das bei anderen Fischen wissen —, erlaubt uns die Parallele durchzuführen und den uns beschäftigenden Aufhellungsprocess einfach auf die bloße Trennung des Protoplasmas und Dotters zurückzuführen.

Ich vermochte bei den Teleskopen nichts zu finden, was mir auf die Verflüssigung des Dotters hier deuten könnte, wie das z. B. Hoffmann (XV) besonders betont. Der Grund, dass unsere Teleskopeneier nicht so »glashell« werden, wie das Hoffmann bei Scorpaena, Julis etc.

beschreibt, liegt, so weit ich vermuthen kann, in dem Umstande, dass das Austreten des Protoplasmas aus dem Bereiche des Dotters hier nicht vollständig ist. Es bleibt hier immer noch ein äußerst feines, großmaschiges Protoplasmagerüst bestehen; freilich lässt es sich nicht nachweisen, weder mit Hilfe des Mikroskops noch mit Reagentien und Färbemitteln; man muss jedoch dessen Existenz annehmen, sonst wäre es unbegreiflich: warum die bloße Einwirkung der Reagentien eine ganz homogene, amorphe Dottermasse in die allgemein bekannten polygonalen Bruchtheile zerlegen sollte; warum diese Bruchtheile stets ungleich sind und gegen den abanimalen Pol an Größe zunehmen, besonders bei jüngeren Embryonen; warum ferner nicht die ganze Dottermasse in dieser Weise zerfällt, sondern in dem dem Keime entgegengesetzten Eipole eine am Rande des Eies gelegene, im Durchschnitte etwa halbmondförmige, ziemlich große homogene Scheibe darstellt; endlich, warum bei Fischen, wie Macropoden, bei welchen die Koncentration des Protoplasmas in der Keimscheibe schneller und vollständiger vor sich zu gehen scheint, und deren Eier, ihrer Durchsichtigkeit nach, denen der Scorpaena und Julis näher zu stehen scheinen, der überwiegend größte Theil des Dotters sich gar nicht zerklüftet? Dieser letzte Umstand spricht auch für meine Deutung des Aufhellungsprocesses des Eies überhaupt. Das Auftreten der hellen Lakunen, welche Kupffer (XXIII) bei dem genannten Processe im Heringseie beschreibt, ist, glaube ich, nur auf die vorübergehende Befreiung größerer Portionen des Dotters vom Protoplasma zurückzuführen. Jedenfalls dürfte zur genaueren Prüfung der Thatsache noch die Untersuchung von Schnittserien der noch nicht differenzirten, reifen Eier nothwendig sein.

Die Angaben der Autoren über die ersten Vorgänge im Ei der Teleostier unmittelbar vor der Furchung stimmen im Allgemeinen mit den oben beschriebenen überein.

Ob der Keim in den reifen Teleskopeneiern schon im Mutterleibe differenzirt ist, wie es z. B. His (XIII, p. 1) angiebt, kann ich nicht sagen. An den frisch ausgestreiften, lebenden Eiern gelang es mir nicht, außer einem kleinen Hügel unter der Mikropyle, irgend eine Differenzirung des Eiinhaltes wahrzunehmen.

In Betreff der weiteren Vorgänge im Ei, also der Bildung des Zwischenraumes zwischen dem Eiinhalte und seiner Hülle, so wie der Koncentration des Protoplasmas gegen den Keimpol, schließe ich mich der Mehrzahl der Autoren an: dies findet erst statt, nachdem das Ei ins Wasser gekommen ist. Ob aber schon die bloße Einwirkung des Wassers hier genüge, wie das Ranson (XXVI) für eine ganze Reihe von

Fischen, van Bambeke (III) für Tinca und Lota, Hoffmann (XV) für einige pelagische Fische beschrieben, oder ob die Einwirkung des Spermas dazu erforderlich sei, wie das Lereboullet (XXIV, p. 122) für das Forellenei, Ranson (XXVI, p. 456 etc.) für Gasterosteus und Kupffer für das Heringsei (XXIII) behaupten, kann ich nicht entscheiden. Ich kann nur das feststellen, dass diese Vorgänge von der Befruchtung selbst unabhängig sind.

Wegen Mangel an genügendem Material konnte ich keine weiteren Versuche hierüber anstellen; nur zufällig beobachtete ich bei eben aus dem Mutterleibe ausgestreiften und mit Sperma gemischten Teleskopeneiern, dass sich nur einige von denselben als befruchtet erwiesen, während die überwiegende Mehrzahl unbefruchtet blieb.

Ich konnte nicht von Anfang an sämmtliche Eier zur Ansicht bekommen, und als ich sie alle in etwa 35 Minuten unter dem Mikroskope angesehen hatte, fand ich überall die gebildeten Keimscheiben. Indem aber einige von den letzteren bald in das Zwei- und Viertheilungsstadium eintraten, suchte ich bei allen übrigen noch lange Zeit vergebens irgend eine Andeutung auf die Furchung. Diese Keimscheiben wurden nur mit der Zeit (ich beobachtete sie vier Stunden lang) etwas größer und oberflächlich gegen den Dotter deutlicher abgesetzt, so dass sie gewissermaßen an ein junges Blastoderm erinnerten. Die undurchsichtige Stelle unter der Keimscheibe wurde ziemlich dünn. Ich habe einige dieser Eier konservirt und dann geschnitten. Die Schnitte ergaben, dass die Koncentration des Protoplasmas bei ihnen sehr weit fortgeschritten war: dasselbe hatte sich als eine mächtige, von Dotterelementen fast freie Keimscheibe angesammelt, die am Rande in eine ziemlich dicke, den Dotter umkleidende Protoplasmaschicht überging; der Dotter war fast vollständig vom Protoplasma befreit. Dicht unter dem oberen, äußeren Rande der Keimscheibe sah ich hier ein etwas seitlich unter einem kleinen Hügelchen gelegenes Gebilde, das an eine Sonnenfigur um einen Pol der Kernspindel erinnern könnte. Möglicherweise fand hier die Abschnürung der Richtungskörperchen statt (?).

Dass diese Eier unbefruchtet blieben ist klar, ob aber die an ihnen stattgefundenen Vorgänge in Folge der Einwirkung des Wassers bloß, oder der chemischen Einwirkung des Spermas eintraten, wie das Ranson und Kupffer annehmen, bleibt unentschieden, da die Eier in besamtem Wasser sich befanden.

Die inäquale Furchung bei dieser Portion der unbefruchteten Eier, wie das z. B. van Bambeke (II), Kupffer (XXIII, p. 193) und Andere beschreiben, habe ich nicht gesehen, wohl aber bei einer anderen

Portion solcher Eier. Hier habe ich den genannten Furchungsmodus nur bei vielen sehr jungen, vollständig unreifen und relativ bedeutend kleineren Eiern beobachtet.

Was die Dauer der Koncentration des Protoplasmas gegen den Keimpol bei den befruchteten Eiern betrifft, so muss ich behaupten, dass dieselbe sich bei den Teleskopen und Goldfischen im Gegensatz zu allen anderen bis jetzt in dieser Hinsicht untersuchten Fischen bis gegen das Ende der Furchung erstreckt. Anfangs geht sie ziemlich schnell vor sich, dann allmählich langsamer. Zu der Zeit wo die Viertheilung auftritt, ist die Keimscheibe noch nicht besonders dick und enthält kaum mehr als die Hälfte der gesammten Protoplasmaquantität des Eies, während das ganze übrige Protoplasma in Gestalt eines Gerüstes unterhalb der Keimscheibe im Dotter liegt und auch noch als dünner Überzug den letzten oberflächlich umkleidet.

Die beiden genannten Fische bieten uns in der Beziehung einen Gegensatz zu allen jenen dar, bei welchen, wie bei einem Gadoid (van Beneden, III), Gobius und Perca (Kupffer, XXII), Gadus (Ryder, XXVIII), Ctenolabrus (Agassiz und Whitman, I) etc., und bei den Macropoden, meiner Meinung nach (in wie weit ich hier aus den älteren, aus etwa drei Zellenlagen bestehenden Furchungsstadien schließen kann), die Koncentration des Protoplasmas vom Inneren des Dotters gegen den Keimpol schon vor dem Beginn der Furchung ihr Ende nimmt. Die beiden Fischgruppen stehen aber nicht von einander getrennt ohne Übergangsstufen. Diese »den unteren Theil der (Keim-)Scheibe einnehmende Wolke, die bei der Furchung gleichmäßig zerlegt wird«, welche Kupffer (XXII, p. 214) bei Spinachia, Gasterosteus und Syngnathus auf dem Stadium mit acht Furchungskugeln beschreibt, scheint mir hier auf das Vorhandensein eines Protoplasmagerüstes unter der Keimscheibe zu der Zeit noch zu deuten. Die Angaben von Lereboullet (XXIV, p. 128), dass seine »membrane sous jacente au germe« bei der Forelle ihren »aspect fenêtré« bewahrt und sich bei der Furchung nicht betheiligt, so wie die entsprechenden Angaben und Zeichnungen von Oellacher (XXVa, p. 383), sprechen für die Existenz des Protoplasmanetzes unter der Keimscheibe noch eine Zeit lang nach dem Beginn der Furchung. Oellacher spricht sogar ganz deutlich von einem »Maschenwerk«. Einige Zeichnungen von van Bambeke (II) scheinen mir auch auf dasselbe hinzuweisen. Während aber bei der Forelle, so wie Spinachia etc. das genannte Protoplasmagerüst sich bald zu einer mehr dichteren Lage unterhalb der Keimscheibe anzusammeln scheint, bleibt es bei den von mir untersuchten Objekten noch lange Zeit als solches bestehen. Die Frage nach Bedeutung und Schicksal

dieses Gebildes steht in engstem Zusammenhang mit dem Furchungsprocesse und ich werde sie eingehender im nächsten Kapitel besprechen.

Bevor ich zur Beschreibung der weiteren Vorgänge an den Eiern von Teleskopen und Goldfischen übergehe, will ich hier mit einigen Worten die Nomenklatur, welcher ich mich bedienen werde, berühren.

Ich besitze leider in meinem konservirten Material keine Eier unmittelbar vor der Furchung, so wie die Stadien mit zwei ersten Furchungssegmenten. In wie weit ich aber aus den darauf folgenden Stadien schließen darf, kann man an einem Ei e unmittelbar vor der Furchung folgende Protoplasmaabschnitte unterscheiden:

1) Eine mächtige Lage von fast reinem Protoplasma, die sich auf dem animalen Pol hügelartig erhebt — die Keimscheibe der Autoren.

2) Das darunter liegende, einerseits den Dotter durchziehende, andererseits ihn oberflächlich in dünner Schicht umkleidende protoplasmatische Gebilde; der gerüstartige Theil ist hauptsächlich und fast ausschließlich eine Strecke unter der Keimscheibe entwickelt.

Um meiner Auffassung der ersten Entwicklungsvorgänge entsprechende, so wie für die Beschreibung bequeme Ausdrücke zu geben, werde ich weiterhin den ersten von den oben genannten Eiabschnitten das Ektoblast, den anderen das Entoblast nennen. In dem letzteren werde ich dann den inneren netzartigen Theil des Protoplasmas als Entoblastgerüst, den äußeren protoplasmatischen Überzug als Entoblastrinde unterscheiden.

Die Begründung dieser Terminologie wird sich im Folgenden klar darstellen. Im Voraus bemerke ich schon hier, dass das Ekto- und Entoblast (im Ei) ihrer Quantität und feineren Struktur nach vollständig gleich, ihrer Bestimmung nach verschieden sind, und dass der ganze obere an das Ektoblast stoßende Entoblasttheil, das ganze Entoblastnetz inbegriffen, der unteren auf dem 12-Theilungsstadium noch nicht gefurchten protoplasmatischen Lage eines Lachseies (His, XIV, p. 7, Fig. 1 und 2) entspricht.

Irgend eine besondere Grenze zwischen dem Ekto- und Entoblast des Eies — außer einer oberflächlichen seichten Einschnürung — existirt nicht. Im Inneren des Eies gehen sie beide allmählich in einander über und nur aus Rücksichten auf weitere Vorgänge im Ei bei der Furchung ist eine solche hier zu ziehen. Im Allgemeinen stellt ein Teleskopen- oder Goldfischei eine große mit vielem Dotter angefüllte Zelle dar, in welcher gegen den animalen Pol hin das Protoplasma überwiegt, gegen den entgegengesetzten aber der Dotter.

II. Furchung.

1. Carassius auratus L.

Ich habe schon Gelegenheit gehabt zu erwähnen, dass die Konzentration des Protoplasmas aus dem Bereiche des Dotters gegen den Keimpol zur Bildung der Keimscheibe von der Gestalt eines Hügels führt. An den frisch ausgestreiften und befruchteten Teleskopeneiern ist diese letzte zur Zeit des Auftretens der ersten Furchungsebene etwas abgeflacht und oberflächlich gegen den übrigen Eitheil noch nicht scharf abgegrenzt. Diese Verhältnisse bleiben noch während der ganzen Zeit der Zweitheilung und noch eine kurze Zeit während der Viertheilung bestehen. Erst gegen das Ende des zuletzt genannten Stadiums tritt zwischen dem jungen vierzelligen Blastoderm und dem übrigen Eitheil — also zur Zeit, wie es auch Kupffer (XXII) bei Spinachia, Gasterosteus, Syngnathus und (XXIII) dem Hering angiebt — eine deutliche Grenze in Form einer allgemein bekannten oberflächlichen Einschnürung, welche von da ab weiterhin besteht.

Die Furchung, von der Oberfläche und von oben gesehen, geht bei Carassius auratus in bekannter Weise vor sich. Die Stadien mit 2, 4, 8 und 16 Segmenten bieten uns fast dieselben Bilder, welche Rauber (XXVII, Taf. XIII, Fig. 45, 46, 51) bei Gobius, und Ryder (XXVIII, Taf. II, Fig. 9, 10, 12) bei Gadus morrhua beobachtet und abgebildet haben. Von da ab verläuft die Furchung nicht mehr regelmäßig — wie das allgemein angegeben wird — und führt zur Bildung einer etwa runden, stark gewölbten Kappe, die dem Dotter aufsitzt. Irgend eine Höhle im Blastoderm (Furchungshöhle), so wie unterhalb desselben (Keimhöhle), konnte ich weder an den frischen noch konservirten und nachträglich aufgehellten Eiern finden; dasselbe Resultat gaben mir auch die Schnittserien. Was aber gut bei allen den Eiern zu sehen war, das ist die bilaterale Symmetrie, welche ich schon auf dem Stadium mit vier Segmenten wahrnehmen konnte. Die Schnittserien bestätigen dies in hervorragendster Weise. Ich will diese Frage gleich hier besprechen, damit ich darauf bei der Beschreibung der Vorgänge im Inneren des Eies während der Furchungszeit nicht näher einzugehen brauche.

Das frühzeitige Auftreten der Embryoachse haben schon Oellacher und Klein bei der Forelle, Ziegler beim Salm, van Beneden bei einem Gadoid, Agassiz und Whitman bei Ctenolabrus etc. beobachtet. Von allen diesen Autoren sind es nur die beiden letzteren, die sich ganz

ausdrücklich darüber aussprechen. Sie sehen aber den Unterschied zwischen einem Vorn und Hinten (I, p. 50) bei Ctenolabrus erst vom Stadium mit 16 Zellen, einer Deutung, der sich auch van Beneden (III, Fig. 2) anzuschließen scheint.

Die Abbildungen von Klein (XXI, Taf. VI, Fig. 1) und Ziegler (XXXI, Taf. I, Fig. 2) beziehen sich auf noch ältere Embryonen. Oellacher wieder zeichnet nicht nur ältere Keime (XXVa, Taf. XXXIII, Fig. 24, 26) mit einer deutlichen Differenz zwischen dem vorderen und hinteren Rande, sondern zweizelliges Blastoderm (Taf. XXXIII, Fig. 18) und sogar noch nicht gefurchte Keimscheiben (Taf. XXXIII, Fig. 17), welche auf dieselben Verhältnisse hinweisen dürften.

Was den Goldfisch betrifft, so habe ich bei ihm die genannte Differenz schon — wie oben erwähnt — auf dem Stadium mit vier Segmenten konstatiren können. Ob dieselbe noch früher auftritt, kann ich nicht sagen, da ich keine entsprechenden Stadien in meinem konservirten Material auffand und bei der Beobachtung der sich furchenden (frischen) Eier darauf nicht geachtet habe. Auf dem Längsschnitt eines älteren vierzelligen Blastoderms sieht man, dass dasselbe gegen seinen künftigen Hinterrand bedeutend dicker wird als gegen den Vorderrand. Zugleich ist der Hinterrand dieses Blastoderms gegen die Oberfläche des darunter gelegenen den Dotter einschließenden Eitheiles unter einem Winkel von bedeutender Weite abgesetzt, während der dem letzteren entsprechende Winkel am vorderen Blastodermrande ganz spitz wird. Diese Verhältnisse lassen sich am besten aus einer Abbildung verstehen und ich verweise hier auf die Abbildung eines Längsschnittes durch das nächste Stadium mit acht Segmenten (Fig. 1), wo sie noch frappanter ins Auge treten. Die zwei darauf folgenden Stadien unterscheiden sich kaum in dieser Hinsicht von dem zuletzt angeführten. Erst, wenn das Blastoderm aus zwei Zellreihen besteht, ändern sich die Verhältnisse ein wenig, aber nur relativ: beim jungen einschichtigen Blastoderm ist es die Höhe der Zellen, der Grad der Ausbildung derselben, welche diese Verdickung ihres Hinterrandes hervorruft, beim älteren mehrschichtigen ist es die Zahl der Zellen, welche dasselbe zu Stande bringt. Ein Vergleich der Abbildungen (Fig. 1, 2, 3) erklärt am besten die genannten Verhältnisse. Die Verdickung des Hinterrandes des Blastoderms bleibt weiterhin bestehen. Auf späteren Furchungsstadien haben sie auch van Bambeke (II) bei Leuciscus rutilus und Götte (VIII) bei der Forelle beobachtet. Auf die Veränderungen an diesem hinteren Rande werde ich bei der Besprechung des Umwachsens des Dotters durch das Blastoderm und bei

der Entstehung der Keimblätter näher eingehen. Jetzt beschreibe ich zunächst die Vorgänge im Inneren des sich furchenden Eies.

Die Schnitte durch die ersten Furchungsstadien belehren uns, dass im Inneren des Eies, beim Goldfisch so wie bei den Teleskopen, keine scharfe Grenze zwischen dem jungen Blastoderm und dem darunter im Dotter liegenden Protoplasmagerüst existirt. In der Vertheilung der beiden Eibestandtheile, des Protoplasmas so wie des Dotters herrschen hier fast dieselben Verhältnisse, wie vor dem Beginn der Furchung. Von einer Sonderung, d. h. Abtrennung des Keimes von dem darunter liegenden Eitheile, wie es van Beneden (III), van Bambeke (II), Ryder (XXVIII), Brook (V), Kupffer (XXII, XXIII), His (XIII, XIV) und Andere für andere Knochenfische angeben, ist hier nichts zu sehen, vielmehr ihre innigste Verbindung, so dass man Anfangs bis zu einem Stadium mit etwa zwei Zellenlagen gar nicht sagen kann, wohin eigentlich die Blastodermbasis zu verlegen ist, wie wir es später sehen werden.

Die ersten Theilungsebenen stellen uns hier, auf Schnitten der erhärteten Präparate, seichte Gruben dar, welche nach hinten zu in dünne an kleine Buchten stoßende Septa übergehen (Fig. 1), wie das schon Janošik (XVIII) bei Crenilabrus und Tinca, Agassiz und Whitman (I) bei Ctenolabrus, His (XIV, p. 6, Fig. 1) und Ziegler (XXXI) beim Salm etc. beobachtet haben. Es ist hier aber hervorzuheben, dass in Übereinstimmung mit einem so frühzeitigen Auftreten des Unterschiedes zwischen dem vorderen und hinteren Rande des Keimes, wie wir es eben gesehen haben, die genannten Scheidewände zwischen den einzelnen Furchungssegmenten nicht überall gleich sind. Auf dem Längsschnitte, z. B. durch ein achtzelliges Blastoderm des Goldfisches (Fig. 1), sieht man deutlich, dass diese Zellensepta zwischen den vorderen niedrigeren Zellen länger sind, als zwischen den hinteren höheren; die Buchten dagegen umgekehrt, hinten größer als vorn. Der Grad der Ausbildung dieser Scheiden entspricht dem der Zellen selbst (Fig. 1). Die Zellenscheiden legen sich zuerst als Septa an, deren untere Enden erst nachträglich in kleine Buchten sich umwandeln; die letzteren erweitern sich dann, indem sie die Septen entzwei spalten. Die Buchten können entweder längere oder kürzere Zeit bestehen, oder bald verengt werden und verschwinden; das Letztere geschieht öfters und in diesem Sinne sprechen sich auch Agassiz und Whitman (I) aus.

Zur Zeit der 16-Theilung hängen noch alle Furchungszellen an ihrer Basis mit dem darunter liegenden Entoblast zusammen. Dasselbe hat sich jedoch schon zur Zeit der 8-Theilung (Fig. 1) in seinem

oberen Theile zu einer mächtigeren dichteren Lage angesammelt, welche unterhalb der Verbindungslinie der Scheidebuchten liegt. Diese Lage entspricht — wie sich das aus dem Vergleich mit der His-schen Abbildung (XIV, Fig. 1 im Text) eines Salmkeimes im entsprechenden Stadium ergiebt — nur der oberen Hälfte der unteren noch nicht gefurchten Protoplasmaschicht des Salmkeimes, während seine untere Hälfte beim Carassius noch im Dotter, in Gestalt eines protoplasmatischen Gerüstes liegt, welches ich als Entoblastgerüst bezeichne. Die Verbindungslinie der Scheidebuchten (Fig. 1) zeigt uns die Richtung, in welcher dann die Abtrennung dieser ersten 8 resp. 16 Entoblastzellen an ihrer Basis erfolgt. Dies geschieht aber nicht gleichmäßig nach Zeit und Ort. Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass dem Auftreten der frühzeitigeren Differenz zwischen dem vorderen und hinteren Blastodermrande, dem höheren Grade der Ausbildung dieses letzteren Randes entsprechend, auch die genannte Abtrennung an diesem Rande früher, als an dem ihm entgegengesetzten, auftritt, wie es z. B. ein Längsschnitt durch ein etwa zweischichtiges Blastoderm (Fig. 2) am besten veranschaulicht.

Weiter ist hier zu bemerken, dass dieser Abtrennung der ektoblastischen Zelllage die Nachfurchung des Entoblastes bis zu einem gewissen Grad vorausgeht. Nachdem die Scheidewände dieser ektoblastischen Zellen in die darunter liegende und von dem immerfort aus dem Bereiche des Dotters zufließenden Protoplasma immer dicker und dichter werdende Entoblastlage noch weiter gegriffen und sie in zellenartige Portionen zerlegt haben, erfolgt die in Rede stehende Abtrennung. Zur selben Zeit aber sieht man schon unterhalb der oberen, gesonderten eine untere Zelllage, die jetzt ihrerseits in ihrer Basis noch nicht getrennt erscheint. Fig. 2 zeigt uns ein solches zweischichtiges Blastoderm im Längsschnitte. Die obere Schicht besteht hier schon aus sieben vollständig gesonderten Zellen; die untere wieder aus vier Zellen, von welchen alle in Verbindung mit dem darunter liegenden Entoblastgerüst bleiben und eine strangartige Anordnung des Protoplasmas in ihren Zellen (als Beweis dessen Zuflusses) zeigen. Die zwei vordersten Blastodermzellen sind noch nicht in obere und untere getheilt; untere Abschnitte desselben verhalten sich ähnlich den Zellen der unteren Blastodermschicht. Mit dem Fortschreiten des Furchungsprocesses vermehrt sich die Zahl der Blastodermzellen sowohl durch Theilung der schon vorhandenen, als auch durch Abfurchung der sich nun an der Blastodermbasis bildenden Zellen.

Ich habe bis jetzt die Furchung oder vielmehr die Nachfurchung auf ihrem Verlaufe von oben nach unten beschrieben. Jetzt will ich auf dieselbe in ihrem eigentlichen Bereiche etwas näher eingehen und die damit innigst verbundenen Vorgänge im Protoplasmagerüst besprechen.

Wie wir schon wissen, geschieht der Zufluss des Protoplasmas gegen den Keimpol in Gestalt von mit einander anastomosirenden Zügen oder Strängen aus den mittleren Theilen des Eies, in ganzer Schicht von dessen Oberfläche. Bis Anfang der Furchung ist dieselbe ziemlich gleichmäßig, doch von der Mitte des Eies aus etwas stärker, was man (auf Schnittserien) aus der noch ziemlich dicken Entoblastrinde, so wie aus der Form des Entoblastgerüstes schließen kann. Nach dieser Zeit scheint der Zufluss von den oberflächlichen Theilen des Eies wieder stärker, als von seiner Mitte. Die Schnitte zeigen folgendes Bild: die Entoblastrinde ist sehr dünn, besonders in der Nähe des Keimes, mit einigen größeren oder kleineren Anschwellungen; dicht außerhalb des Keimes zeigt sie eine große Anschwellung, in welcher das Protoplasma in Gestalt von von einander gesonderten, gegen den Blastodermrand gerichteten Strängen angeordnet ist (Fig. 1, links). Das Entoblastgerüst buchtet sich in der Mitte des Eies etwas weiter nach dem hinteren Eipole aus, als an seinem seitlichen Rande. Dicht unterhalb der oberen Gerüstgrenze sieht man einen quer verlaufenden Streifen von größerer Dotteranhäufung: aus dem Vergleiche mit früheren Stadien ergiebt sich, dass hier eine Abnahme des Protoplasmas stattgefunden habe. Alle Dotterpartikel in diesem Gerüsttheile scheinen von stark ovaler Gestalt, deren längere Achse in der Richtung des genannten Streifens, also parallel der Oberfläche des Blastoderms liegt.

Die eben beschriebenen Bilder lassen sich meiner Meinung nach wohl auf die eben angegebene Richtung des Zuflusses zurückführen. Was den Grund für das Wechseln der Richtung selbst betrifft, so möchte ich ihn in den Kernen, speciell in deren Theilungsspindel erblicken, die alle während der ganzen Zeit der 2—16-Theilung parallel der Blastodermoberfläche liegen bleiben.

Nach einiger Zeit ändern sich wieder die Verhältnisse. Der Zufluss scheint stärker aus der Mitte des Eies als von seiner Oberfläche her zu kommen. Im Stadium mit etwa acht Zellenlagen tritt deutlich ein Streifen von dichterem Protoplasma hervor, der das Entoblastgerüst von dem dahinter gelegenen fast protoplasmalosen deutoplasmatischen Eitheil abgrenzt. Dieser Anfangs oft unterbrochene Streifen ist bogenartig gekrümmt und mit seiner Konvexität vorn nach

dem Blastoderm gerichtet. Je weiter der Zufluss des Protoplasmas fortschreitet, desto mehr nähert sich der genannte Streifen der Blastodermbasis (Fig. 6) und zwar in der Weise, dass er zuerst — was schon aus seiner Form zu erwarten war — die Mitte dieser Basis erreicht. Die Entoblastrinde wird allmählich dicker, besonders näher dem Keime, das Entoblastgerüst mehr gleichmäßig, aber zu gleicher Zeit immer weniger umfangreich.

Ich muss hier bemerken, dass die Verhältnisse im Entoblastgerüst, welche wir für die allerersten Furchungsstadien beschrieben haben, sich nicht gleichzeitig ändern mit dem Ende der 16-Theilung. Sie bleiben noch länger fortbestehen, verwischen sich aber zugleich immer mehr, so dass wir sie gegen das Stadium mit drei bis vier Zelllagen schon nicht mehr finden (Fig. 3). Aber auch auf diesem letztgenannten Stadium finden wir ebenfalls noch nicht die Verhältnisse, welche erst zur Zeit des Stadiums mit etwa acht Zellenlagen auftreten. Dieser Umstand lässt sich meiner Meinung nach leicht begreifen, aus dem Grunde, dass erstens das Wechseln der Richtung der Anziehungskraft nur langsam geschieht, zweitens, dass dieses Wechseln nicht gleichzeitig mit dem des Zuflusses des Protoplasmas und noch mehr mit der Gestalt des Gerüstes zusammenfällt.

Dass der oben besprochene Protoplasmazufluss wirklich während der Furchungszeit seine Richtung wechselt, geht, glaube ich, noch daraus hervor, dass die Blastodermbasis, welche ursprünglich (Fig. 1 und 2) bogenartig gekrümmt war und mehr oder weniger parallel der Blastodermoberfläche verlief, zur Zeit, wenn etwa zehn Zellenlagen zu sehen sind, eine ganz ebene Fläche bildet (Fig. 6). Zuerst fand nämlich, dem Zuflusse entsprechend, die Abfurchung an der ganzen Blastodermbasis statt, am Rande vielleicht energischer als in der Mitte, — demgemäß blieb auch diese Basis immer gekrümmt; dann aber in Folge des mehr energischen Protoplasmazuflusses aus den mittleren Entoblasttheilen koncentrirt sich auch die Abfurchung der Entoblastzellen nur hierher und demgemäß nimmt auch die Blastodermbasis die Gestalt einer ebenen Fläche an.

Was das zufließende Protoplasma selbst betrifft, so sammelt es sich, wie das schon öfters erwähnt wurde, unter der sich furchenden Keimscheibe immer fort. Anfangs bildet es hier eine kontinuirliche Lage, die in der schon beschriebenen Weise allmählich in die zweite, d. i. untere Schicht eines zweischichtigen Blastoderms zerlegt wird (vgl. Fig. 1 und 2). Das weiter zufließende Protoplasma sammelt sich nicht mehr zu einer kontinuirlichen Schicht, sondern nur stellenweise — Anfangs größere, dann kleinere Haufen bildend. Diese Haufen

legen sich dann aber immer der Basis der einzelnen nachzufurchenden Zellen an. Bei der Abfurchung dieser Zellen wandeln sich allmählich die genannten Haufen zu zellenartigen Gebilden um, indem sie von jenen darüber liegenden, sich abtrennenden Zellen die Hälfte der sich dabei theilenden Kerne bekommen. In dieser Weise kommt es zur Bildung einer unterbrochenen Lage der Zellen, die dicht unterhalb der Blastodermbasis im Dotter eingebettet liegen, wie das z. B. auf Fig. 3 zu sehen ist. Jede dieser Zellen wird dann auch abgefurcht und in das Blastoderm aufgenommen. Bevor das aber geschieht, lagern sich diesen Zellen wieder neue Quantitäten von zugeflossenem Protoplasma, neue protoplasmatische Haufen an, welchen ihrerseits dann, bei der der Abfurchung der darüber liegenden Zellen vorausgehenden Kerntheilung eine Anzahl junger Kerne zukommt, und es entsteht wieder eine unterbrochene im Dotter liegende Zellenreihe.

Der eben beschriebene Process verläuft an der ganzen Blastodermbasis nur bis zum Stadium mit etwa neun Zellenlagen.

Es ist hier noch zu erinnern, dass die besprochene Abfurchung bis zu diesem Stadium am Rande des Blastoderms ununterbrochen vor sich geht und zwar folgendermaßen: Der Blastodermrand bildet hier nämlich eine gleichmäßig wellenartige Linie, in deren Einbuchtung jedes Mal eine Blastodermzelle einpasst. In deren Ausbuchtungen kommen dann die zur Abfurchung bestimmten Entoblastzellen zu liegen. Diese Entoblastzellen oder besser gesagt, kernige Protoplasmahaufen bilden schon auf dem Stadium mit etwa sechs Zellenlagen nicht mehr eine außerhalb des Blastoderms auf dem Dotter liegende Lage, sondern zwei bis drei Lagen[1], was man freilich der zunehmenden Energie der Theilung der Kerne dieser Haufen, welche dieselbe der Abfurchung weit überholt, zuschreiben muss. Die Haufen je zweier benachbarter Lagen liegen, von der Oberfläche betrachtet, zu einander alternirend, und zwar in der Weise, wie es Kupffer (XXII, Taf. XVI, Fig. 1) bei Spinachia, Gasterosteus und dem Hering (XXIII, p. 201) und van Beneden (III, p. 753—755, Fig. 5) bei einem Gadoid beschrieben haben. Die strahlige Anordnung des Protoplasmas um die Kerne dieser Gebilde, welche van Beneden angiebt, lässt sich wohl auf die Theilung dieser Kerne zurückführen, wie ich es unten ausführlicher besprechen werde. Die genannte Anordnung der eben besprochenen Entoblastzellen ist auch ausgezeichnet aus Schnittserien zu ersehen. Die Abfurchung dieser Zellen beschränkt sich nicht auf eine dieser Lagen, sondern nach Abfurchung der einen ergreift sie

[1] Die Zahl dieser Lagen steigt in späteren Stadien auf 4—5.

wieder die andere etc. und es dauert so lange, bis am Blastoderm etwa acht Zellenlagen zu unterscheiden sind. Nach dieser ändern sich die Verhältnisse an der Blastodermbasis wie unterhalb derselben merklich (Fig. 6). Die Zahl der sich furchenden Entoblastzellen nimmt ab, indem deren Abfurchung am Rande des Blastoderms vollständig aufhört.

Der immer noch andauernde Zufluss von Protoplasma führt allmählich zur Bildung einer immer mächtigeren Protoplasmalage unterhalb der Blastodermbasis, besonders aber unterhalb ihres Randes, in welcher dann gleichzeitig in Folge der stark zunehmenden Kerntheilung mehrere Zellen unterschieden werden. Dieselben bilden doch immer noch eine Lage, sie liegen jetzt nur dichter neben einander als es zuvor der Fall war; unterhalb des Blastodermrandes sind sie am meisten angehäuft (Fig. 6). Der Protoplasmazufluss nähert sich bald seinem Ende: Der schon bekannte hintere Streifen des Entoblastgerüstes ist von der Blastodermbasis gar nicht weit entfernt (Fig. 6).

Etwas später ändern sich wieder die in Rede stehenden Verhältnisse, und diesmal vollständig. Die Abfurchung der Entoblastzellen findet nicht mehr statt. Das Blastoderm erscheint in seiner Basis vollständig von dem darunter liegenden Eitheile getrennt (Fig. 7). Das zuletzt gegen diese Basis zugeflossene Protoplasma bildet eine Reihe ganz dicht neben einander liegender Zellen, deren durch Anhäufung größerer Dotterpartikel zuvor (Fig. 6) so deutliche Grenzen jetzt (Fig. 7) nicht mehr zu unterscheiden sind. Es entsteht dadurch eine kontinuirliche protoplasmatische Schicht — ein vielkerniges Plasmodium, das jetzt mit der ursprünglichen Entoblastrinde ein Continuum bildet und unterhalb des Keimrandes am mächtigsten erscheint, indem es hier die bekannte Form (van Bambeke, van Beneden und Andere) eines im Durchschnitt sphärisch dreieckigen Ringes darstellt (Fig. 7). Mit dem Zusammenfließen der letzten Entoblastzellen zu einem Plasmodium gehen auch Veränderungen ihrer Kerne Hand in Hand, indem diese sich in ihrem Aussehen, besonders aber in ihrem Theilungsmodus merklich verändern. Das genannte Plasmodium, welches, wie ich voraus bemerke, keine zelligen Elemente mehr liefert, bezeichne ich weiterhin als »intermediäre Schicht« (van Bambeke). In die Zeit seiner Entstehung verlege ich aus den später zu ersehenden Gründen das Ende des Furchungsprocesses.

Die Art der Entstehung dieser Schicht so wie ihre Struktur, Funktion und Bedeutung gehören immer noch zu den Streitfragen und ich fühle mich daher gezwungen, auf sie näher einzugehen. Vorher will ich nur einige Worte der Abfurchung der Entoblastzellen in

Blastoderm widmen, um diese auch von vielen Seiten bei anderen Teleostiern bestrittene oder anders dargestellte Frage beim Goldfisch zu beantworten.

Es handelt sich hier begreiflicherweise hauptsächlich um die Abfurchung von der Zeit ab, wo im Blastoderm zwei Zellenreihen zu sehen sind; und die bezüglichen Thatsachen lege ich in nachstehenden Punkten dar:

1) Unter den sich unterhalb der Blastodermbasis bildenden und dann abfurchenden Entoblastzellen konnte ich alle möglichen Abfurchungsstufen wahrnehmen, von solchen Zellen, die noch ganz im Dotter liegen, bis zu solchen, die ganz zwischen die Blastodermelemente eingekeilt und nur an einer kleinen Stelle ihrer Basis mit dem im Dotter liegenden Protoplasmagerüst verbunden waren (Fig. 3, 4, 5, 6).

2) Die meisten sich abfurchenden Zellen zeigten strangartige Anordnungen ihres Protoplasmas und einzelne Stränge ließen sich noch ziemlich weit unterhalb der Basis dieser Zellen in das tiefer liegende Protoplasmagerüst verfolgen. Besonders deutlich bei den Zellen, in welchen Dotterpartikeln reich aufgespeichert waren (Fig. 2, 6).

3) Vom Stadium mit etwa zwei Zellenreihen ab habe ich überall den Unterschied im Färbungsvermögen zwischen dem Protoplasma der Blastodermzellen und dem übrigen Protoplasma des Eies beobachtet. Das erstere wurde durch Boraxkarmin immer nur schwach, das letztere sammt den von ihm stammenden, in der Nachfurchung begriffenen Zellen sehr intensiv gefärbt. Diesen Unterschied habe ich in den Zeichnungen (Fig. 3, 4, 5, 6, 7) durch verschiedene Schattirungen angegeben. Ähnlichen scharfen Unterschied im Färbungsvermögen haben schon Agassiz und Whitman (I) bei Ctenolabrus beobachtet.

Die sich abfurchenden Zellen sind zweierlei Art:

1) Zellen, welche fast ausschließlich aus reinem Protoplasma bestehen und hauptsächlich abgefurcht werden;

2) Zellen, die durch reichen Gehalt an Dotter zu riesigen Dimensionen anwachsen und nur spärlich abgefurcht werden. Sie werden ausschließlich an den mittleren Theilen der Blastodermbasis und auf den späteren Furchungsstadien gebildet (Fig. 7 links).

Was die Kerne dieser Zellen betrifft, so stammen sie, wie schon erwähnt wurde, von den sich in das Blastoderm abfurchenden Zellen. Ich stütze mich auf folgende Beobachtungen:

1) Ich habe nie die Kerne in dem sowohl dicht an der Basis des Blastoderms als auch tiefer im Dotter gelegenen Entoblastprotoplasma während der ganzen Furchungszeit, von der Viertheilung ab bis zu

dem Stadium mit drei Zellenlagen im Blastoderm, entdecken können. Angeregt durch die Angaben Hoffmann's (XV) suchte ich sie hier sorgfältig auf ganzen Schnittserien mehrerer Präparate und doch blieb Alles vergeblich.

2) Ich habe oft die Verbindung zweier neu aus der Theilung hervorgehender Kerne beobachtet, von denen der eine in der sich abfurchenden Zelle lag, der andere wieder in dem an diese Zelle stoßenden, im Dotter liegenden Protoplasmahaufen.

3) Die Kerne der Zellen, welche unterhalb der Blastodermbasis vom Stadium mit drei Zellenlagen ab bis gegen das Ende der Furchungszeit zum Vorschein kommen, waren immer denen der Blastodermzellen vollständig ähnlich, sowohl ihrem Aussehen, als auch ihrem Theilungsmodus nach.

Alle Kerne, welche entweder im Blastoderm oder unterhalb desselben lagen, erschienen auf den ersten Anblick (auf Schnitten verschiedener Furchungsstadien) aus einzelnen Bläschen zusammengesetzt, wie sie auch Oellacher (XXVa) bei der Forelle und neuerdings Janošik (XVIII) bei Crenilabrus und Tinca beschrieben.

Aus genauerer Beobachtung ergiebt sich, dass sich diese Struktur der Kerne nicht auf die Kerne im Ruhestadium, sondern auf die in der Theilung begriffenen bezieht, wie es schon aus der strahligen Anordnung des Protoplasmas um diese Kerne zu schließen wäre. Kerne im Ruhestadium sind ziemlich selten während der Furchungszeit zu treffen. Sie stellen uns fast runde dünnwandige Bläschen mit einem Gerüst von Fäden dar, an denen man zahlreiche, größere und kleinere Anschwellungen wahrnimmt. Die Theilung dieser Kerne geschieht auf dieselbe indirekte Weise, wie sie auch Fol (VI, p. 174—179, Taf. VI, Fig. 12—17) bei Toxopneustes lividus und Rauber (XXVII, p. 290 bis 291, Taf. XIII, Fig. 55—58) beim Lachs beobachtet haben: die Anschwellungen der Spindelfäden der beiden von einander rückenden Kernplatten wandeln sich in Bläschen um, durch deren Zusammenschmelzen dann der neue Kern entsteht (vgl. Abbildungen). Meine Beobachtungen unterscheiden sich von den Fol'schen nur darin, dass ich erstens die kleinen Körnchenhaufen, welche Fol zwischen dem Kernspindelpol resp. der hierher gerückten und sich zu einer Bläschenscheibe umgewandelten Kernplatte und der dieselbe ringsum umgebenden Sonnenfigur beschreibt, nicht auffinden konnte, und zweitens, dass ich die Entstehung kleiner Körperchen im Inneren der genannten Bläschen nicht wie Fol in deren Centrum, sondern immer dicht an deren Wänden (und in größerer Zahl) gesehen habe. Mit Rauber stimme ich in so weit nicht überein, als ich die eben erwähnte

Umwandlung der Kernspindelanschwellungen beim Goldfisch erst dann beobachtete, nachdem die Kernplatte den Spindelpol erreicht hat, während Rauber angiebt, dass dieselbe beim Lachs schon in einer ziemlich großen Entfernung von diesem Pole beginnt.

Ich komme jetzt zu einer eingehenderen Besprechung der intermediären Schicht.

Dieselbe entsteht, wie es schon zuvor erwähnt wurde, auf Kosten der Zellenlage, die nach dem Aufhören der Abfurchung, also nach der vollständigen Abtrennung des Blastoderms von dem übrigen Eitheile, unterhalb der Blastodermbasis liegen bleibt. Die Umwandlung dieser Zellenlage zu der intermediären Schicht tritt erst nach dem Aufhören der Abfurchung ein, indem sie so wie diese zuerst am Rande der Blastodermbasis beginnt und von hier allmählich gegen deren Mitte fortschreitet. In der Weise kommt es zu Bildern, wie es z. B. Fig. 7 darstellt, wo wir unterhalb des Blastodermrandes schon die fertige intermediäre Schicht treffen, während wir mehr gegen die Mitte hin dieselbe noch im Vorstadium sehen.

Was die Umwandlung selbst betrifft, so geht sie folgendermaßen vor sich. Die unterhalb der Blastodermbasis sich befindenden, nicht mehr der Abfurchung unterliegenden Zellen, beginnen bald durch relativ schwächeres Färbungsvermögen ihres Protoplasmas sich merklich zu unterscheiden (Fig. 6, an den Seiten); sie fügen sich enger an einander, indem ihre Zahl sowohl in Folge der noch weiter in ihnen andauernden Kerntheilung, als auch durch die letzten Theile des hierher vom Entoblastgerüste zugeflossenen Protoplasma zunimmt. Die zwischen diesen Zellen Anfangs so deutlich durch größere Anhäufungen der Dotterpartikel angedeuteten Grenzen verwischen sich allmählich. Es entsteht dann eine kontinuirliche Lage von Protoplasma, in welcher man die einzelnen Zellen nur Dank der strahligen Anordnung des Protoplasmas um ihre noch eine kurze Zeit indirekt sich theilenden Kerne unterscheiden kann (Fig. 7, in der Mitte). Indem aber bald darauf diese Kerne ins Ruhestadium übergehen und dann weiterhin nur durch gewöhnliche Fragmentation sich zu vermehren beginnen, verschwindet die genannte strahlige Anordnung des Protoplasmas dieser Zellenlage und an Stelle dieser letzteren findet man von jetzt ab ein vielkerniges Plasmodium, in welchem keine Spuren der Begrenzungen mehr zu entdecken sind (Fig. 9).

Die hier beschriebene Metamorphose, sowohl des Protoplasmas als auch der Kerne der Zellenlage, aus welcher die intermediäre Schicht entsteht, habe ich mit voller Deutlichkeit beobachten und alle deren

Übergangsphasen wahrnehmen können, zumal sie an einem und demselben Präparate, wie schon gesagt wurde, verschiedene Entwicklungsstufen zeigte. Ich betrachte den Goldfisch als ein in dieser Beziehung sehr günstiges Untersuchungsobjekt.

Die intermediäre Schicht stellt uns beim Goldfisch gleich nach ihrer Entstehung eine ziemlich dicke Protoplasmalage dar, die unterhalb des Blastoderms größere und kleinere lokale Anschwellungen aufweist und am Rande derselben in die ursprüngliche Entoblastrinde übergeht, indem sie an dieser Übergangsstelle die bekannte im Querschnitt etwa dreieckige Verdickung bildet.

Die Kerne dieser Schicht unterscheiden sich Anfangs ihrem Aussehen nach kaum von denen der Blastodermzellen. Der Unterschied tritt erst mit dem Fortschreiten der Entwicklung unseres Thieres hervor. Sie beginnen allmählich heranzuwachsen und sich dabei aufzuhellen, da die Quantität der in ihrem Inneren enthaltenden färbbaren Stoffe weniger zunimmt und mit dem Wachsthum des Kernes auf größeren Raum vertheilt wird. Die äußeren Kontouren dieser Kerne bleiben beim Goldfisch doch immer dieselben, d. h. rund oder oval. Je weiter die Entwicklung des Eies fortschreitet, desto mehr wachsen diese Kerne aus und erreichen endlich riesige Dimensionen, so dass sie zur Zeit, wann das Blastoderm allseitig den Dotter einschließt, fast sämmtlich als große, runde, helle Bläschen in der intermediären Schicht liegen.

Wie ich mich überzeugen konnte, leitet dieses Heranwachsen der Kerne den Zerfall und das Zugrundegehen derselben ein. Ihre äußeren Begrenzungen erscheinen bald immer mehr unterbrochen und weniger sichtbar, bis man am Ende an der Stelle, wo zuvor nur ein Kern lag, nur einen Haufen von Körnchen findet. Anfangs erinnern noch die Umrisse dieses Haufens an die des Kernes, und die Körnchen selbst unterscheiden sich noch von denen des umgebenden Protoplasmas durch ihr stärkeres Färbungsvermögen. Bald aber tritt vollständige Verwischung dieser Umrisse auf; eine Zeit darauf verschwindet auch der Unterschied im Färbungsvermögen und die Stelle, wo der Kern lag, ist nicht mehr zu entdecken. — Ich füge noch hier bei, dass ich alle die verschiedensten Stufen des eben beschriebenen Zerfalles der Kerne auf mehreren Präparaten beobachtet habe.

Um mich aber vor der Möglichkeit des Einwandes zu hüten, dass ich die Bildungsphasen der Kerne und nicht deren Zerfallsphasen vor mir hätte — wie er mich z. B. von Seiten Kupffer's treffen könnte —, will ich die für meine Behauptung sprechenden Beweise zusammenfassen und sie in folgenden Punkten nochmals wiederholen.

Ich glaube nachgewiesen zu haben,

1) dass die Kerne der intermediären Schicht von denjenigen Kernen der Entoblastzellen abstammen, welche unmittelbar vorher an dieser Stelle lagen,

2) dass die in Rede stehenden Kerne Anfangs denen der Blastodermzellen ähnlich sind,

3) dass das Heranwachsen allmählich vor sich geht. Anfangs sind sie alle klein, dann überwiegt die Zahl der kleinen, erst später die der großen, dem Zerfalle unterliegenden Kerne,

4) dass der genannte Zerfall sich erst einige Zeit nach der Ausbildung der intermediären Schicht bemerken lässt.

Ich glaube daher, dass von einer Endogenese dieser Kerne, wie es van Beneden (III), Kupffer (XXII, XXIII), Brook (V), Klein (XXI) bei anderen Teleostiern annehmen und Kupffer so ausführlich beschreibt (XXIII, p. 200—206), beim Goldfisch keine Rede sein kann.

Wenn ich Kupffer's Beschreibung der Entstehung dieser Kerne auf mein Untersuchungsobjekt übertragen dürfte, so würde ich sie in so weit acceptiren, dass diese Kerne »aus punktförmigen Anfängen« (XXIII, p. 201) sich bilden. Es ist nämlich so, dass die Kernplatten eines sich zum letzten Male indirekt theilenden Kernes sich scheinbar nicht mehr in die bekannten Bläschengruppen — zur Bildung neuer Kerne — umwandeln, sondern direkt mit einander verschmelzen, doch nicht zu einem dichten homogenen Klumpen: die körnchenartige Struktur bleibt erhalten. Ob die genannten Bläschen sich wirklich hier nicht mehr bilden, ob dieselben in Folge ihrer Kleinheit — wie überhaupt der Kleinheit der Kernspindel und Kernplatten (Fig. 7) nicht mehr zu unterscheiden sind —, wie es auch in den doch immer weiterhin sich indirekt theilenden Kernen im Blastoderm der Fall ist, kann ich nicht sagen.

Dafür, dass den typischen Kernen der intermediären Schicht die Kerne vorausgehen, die sich indirekt theilen, stehen meine Beobachtungen nicht allein. Dasselbe wurde schon von Kingsley und Conn (XX) bei Ctenolabrus und Merlucius, von Rauber (XXVII) beim Lachs, von Agassiz und Whitman (I) bei Ctenolabrus und von Hoffmann (XV) bei einigen pelagischen Teleostiern beobachtet.

Was wieder die Herkunft dieser indirekt sich theilenden Kerne betrifft, geben uns nur die drei letztgenannten Autoren klare, obwohl nicht übereinstimmende Antworten. Hoffmann (XV) behauptet, dass dieselben vom ersten Furchungskern abstammen. Agassiz und Whitman (I) wieder leiten sie von den Kernen der Blastodermzellen her und zwar in ähnlicher Weise, wie ich es auch beim Goldfisch aus

einander zu setzen versuchte; der Unterschied besteht hier nur so weit, als die Untersuchungsobjekte selbst verschieden sind.

Ich komme jetzt zur Frage nach der Funktion und Bedeutung der intermediären Schicht. Sie wurde, wie bekannt, von verschiedenen Autoren in verschiedener Weise beantwortet. So behauptet Lereboullet (XXIV) und Kupffer (XXII, XXIII), dass die intermediäre Schicht ins Entoderm sich umwandelt; van Beneden (III), Brook (V) und van Bambeke (II), dass sie sowohl Entoderm als auch Mesoderm liefert; His (XIV) erkennt in derselben die Quelle des Bindegewebes; Gensch (VII), Ryder (XXVIII) und Hoffmann (XV) leiten von ihr das Blutsystem ab; nach Klein (XXI) soll dieselbe an der Bildung des unteren Theiles des Blastoderms, so wie auch des Blutes sich betheiligen; endlich Henneguy (XI, XII), Ziegler (XXXI), Goronowitsch (IX), Kingsley und Conn (XX) und Agassiz und Whitman (I) schreiben ihr keine Rolle bei der Bildung der Embryonalgewebe zu.

Es ist hier zu bemerken, dass mit dem Worte intermediäre Schicht (van Bambeke) resp. Parablast (Klein) etc. alle genannten Autoren diese Protoplasmalage bezeichnen, die von Anfang an unter dem Keime liegt. Ich finde aber bei keinem dieser Autoren, außer Klein und Oellacher vielleicht, irgend eine Notiz, dass diese Lage während der Furchungszeit zellige Elemente liefert, die am Bau des Blastoderms Theil nehmen, wie wir es beim Goldfisch gesehen haben. Im Gegentheil, die Bildung zelliger Elemente wurde hier gewöhnlich auf solchen Entwicklungsstadien beschrieben, auf denen die unter dem Blastoderm liegende Protoplasmaschicht beim Goldfisch — wie es sich aus dem Vergleiche der Beschreibungen und Abbildungen anderer Autoren mit meinen eigenen Beobachtungen ergiebt — schon seit längerer Zeit die Zellbildung aufgegeben und das Blastoderm dieses Stadiums befindet sich jetzt nach der Beendigung der Furchung und der völligen Ausbildung der intermediären Schicht (mihi) in einem Vorstadium der Keimblätteranlage, oder noch weiter. Und zu dieser Entwicklungszeit, also nach der Ausbildung der intermediären Schicht (mihi) vermochte ich nie irgend welche zellige Elemente in dieser Schicht zu entdecken, und dies war bis zu dem Stadium, auf welchem sämmtliche Organe und auch das Blut angelegt waren.

Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, dass ich beim Goldfisch so wie beim Teleskopfisch sowohl die Keimhöhle der Autoren, als auch die in dieser am Boden oder an der Decke zerstreuten Zellen — wie es van Beneden (III, Fig. 6), Brook (V, Abbildungen), Klein (XXI), Oellacher (XXV b, Abbildungen) und Andere angeben — nur an geschrumpf-

ten Präparaten sah. An gut konservirten zeigte sich weder das Eine noch das Andere.

Das Ento- und Mesoderm entsteht — wie wir das später sehen werden — auf Kosten der Zellen, die nach dem Ende der Furchung ein weiterhin vollständig von der intermediären Schicht isolirtes Blastoderm bilden.

Irgend welche Andeutungen, dass das Blut aus dieser Schicht entstehe, suche ich auch vergeblich. Dasselbe scheint aller Wahrscheinlichkeit nach sich auf Kosten des Mesoderms zu entwickeln, wie es auch Ziegler (XXXI) beim Lachs beobachtet hatte[1].

Es entsteht dann die Frage, welche Funktion und Bedeutung der intermediären Schicht (mihi) zukomme? So weit es wenigstens den Carassius auratus betrifft, würde ich dies in dem Sinne beantworten, dass seine Funktion eine ernährende und seine Bedeutung die eines provisorischen Organes ist. Es ist, glaube ich, überflüssig die ernährende Rolle der intermediären Schicht zu begründen. Einerseits die Existenz zahlreicher dünner Ausläufer, welche diese Schicht in die Dottermasse sendet, andererseits eine stete obwohl langsam vor sich gehende Abnahme dieser Masse lassen uns den Schluss ziehen, dass diese Schicht wirklich »die Bestandtheile des Nahrungsdotters assimilirt«, wie Hoffmann (XV, p. 633) sagt und folglich ein »provisorisches Blut« uns darstellt.

Aus dem eben Gesagten geht zu gleicher Zeit hervor, dass es sich hier um ein provisorisches Organ handle, das nach der Beendigung seiner Funktion zu Grunde geht.

Man konnte dasselbe eigentlich schon aus der Art der Entstehung der intermediären Schicht schließen. Freilich, die Frage nach der Bedeutung der direkten Kerntheilung ist noch nicht genügend gelöst, doch erscheint es sehr wahrscheinlich, dass dieselbe das Zugrundegehen der Organe einleitet. So hat sie Blochmann (IV) in einem thierischen provisorischen Organe, nämlich im Chorion der Skorpione, konstatirt, Strasburger (XXX, p. 89—90) in einem pflanzlichen, in den sog. Tapetenzellen einiger Angiospermen. In beiden Fällen wurde auch der nachträgliche Zerfall solcher Kerne beobachtet, obwohl Blochmann (IV, p. 482—483) sich darüber sehr vorsichtig ausspricht. Der zweite dieser Fälle verdient noch besonders der Erwähnung, da es sich hier

[1] Neuerdings hat sich Ziegler (Über die Entstehung der Blutkörperchen bei Knochenfischembryonen. Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Straßburg, 1885, Nr. 4) entschieden für die mesodermale Herkunft des Blutes ausgesprochen und die Kerne der intermediären Schicht als degenerirend bezeichnet.

ebenfalls um ein Ernährungsorgan handle, während das genannte Chorion der Skorpione einfach abgeworfen wird.

Der Umstand, dass auf die indirekte Kerntheilung keine Zelltheilung folgt, wie es außer den beiden eben angeführten Autoren auch Johow (XIX), Schmitz (XXIX) und Andere bestätigen, dürfte meines Erachtens nach gegen die Möglichkeit des nachträglichen Auftretens der Zellgrenzen um die Kerne der intermediären Schicht sprechen, also überhaupt gegen die Möglichkeit der nachträglichen Zellbildung in dieser Schicht, wie sie van Beneden (III), van Bambeke (II), Kupffer (XXII, XXIII), Brook (V) und Andere angeben.

2. Polyacanthus viridiauratus Lac.

Nachdem ich so ausführlich den Furchungsprocess so wie die intermediäre Schicht beim Carassius auratus besprochen habe, werde ich hier dasselbe möglichst kurz beschreiben und hauptsächlich nur die Unterschiede hervorheben.

Die jüngsten Furchungsstadien, welche ich von den Macropoden bekam, zeigten das Blastoderm schon aus drei Zellenlagen bestehend.

Das junge Blastoderm von diesem Stadium ab (von der Oberfläche und von der Seite betrachtet, so wie auf Schnitten gesehen) lässt uns ein Vorn und ein Hinten in noch prägnanterer Weise unterscheiden, als es beim Goldfisch der Fall war. Auf einem Längsschnitt durch ein z. B. vierschichtiges Blastoderm (Fig. 13) sehen wir den verjüngten Vorderrand und dickeren, hohen Hinterrand. Der letztere stößt in seinem unteren Theil an einen großen Fetttropfen (Fig. 13 *F*), der nur an frischen Präparaten, so wie an denen, welche nicht zu lange in Spiritus aufbewahrt waren, gut zu sehen ist. Dieser Fetttropfen liegt isolirt, ohne jeden eigenen Protoplasmaüberzug zwischen der Eihülle und dem Ei selbst. In seinem unteren Theile bleibt er von einem anderen, viel größeren und größtentheils vom Dotter umgebenen Fetttropfen (Fig. 13 *F'*) durch eine kleine zwischen die beiden Tropfen sich einkeilende Portion des Dotters sammt dessen Entoblastrinde geschieden, wie es am besten aus der Abbildung zu ersehen ist. Der größere Fetttropfen besitzt in seinem ebenfalls der Eihülle zugewandten Theile keinen Protoplasmaüberzug und stößt an diese letzte, wie das auch Haeckel (X) bei einem anderen Teleostier beobachtet hat. Im Laufe der Entwicklung fließen die beiden Tropfen in einen gemeinsamen zusammen, der dann seinen Platz in der Mitte des Dotters einnimmt und an die Fettkugel erinnert, welche z. B. van Beneden (III) im Ei eines Gadoiden beschreibt.

Wegen Mangels an Material kann ich nichts Bestimmtes über die

Koncentration des Protoplasmas gegen den Keimpol während der ersten Furchungszeit sagen. So weit ich aber aus Schnittserien, durch die Eier mit drei- bis vierschichtigem Blastoderme urtheilen darf, erschien mir sehr wahrscheinlich, dass dieselbe sehr früh ihr Ende nimmt, vielleicht sogar mit dem Anfang der Furchung zusammenfällt. Auf diesen Stadien (Fig. 12 und 13) findet man unterhalb der Blastodermbasis (Entoblastrinde und eine äußerst dünne protoplasmatische Lamelle [*L*], die das Blastoderm vom Dotter trennt, ausgenommen) keine Spur von Protoplasma im Dotter. Die Entoblastrinde ist im Allgemeinen sehr dünn; in der Nähe des Blastodermrandes aber ist sie sehr stark entwickelt, und sogar relativ viel stärker als auf dem entsprechenden Stadium beim Goldfisch. Der Dotter erscheint bei den Macropoden nicht so gleichmäßig wie beim Goldfisch. Abgesehen von den eben erwähnten Fetttropfen erschien der Dotter nur in seinem hinteren (doch größeren) an diesen Tropfen stoßenden Theile ganz homogen und besteht aus einem großen, gar nicht zerklüfteten Stücke. In der Nähe des Blastoderms so wie unterhalb der Entoblastrinde wird er in einzelne, neben einander liegende, meistens runde Stückchen zerklüftet, die feine Punktirung zeigen. Jedenfalls ist der Stoff, aus welchem diese runden Stückchen bestehen, dem des oben genannten großen, dahinter gelegenen Dotterstückes sehr ähnlich.

Ich wende mich jetzt zum Blastoderm. Dasselbe stellt uns ein linsenförmiges Gebilde dar, welches in einer Einsenkung des Dotters wie in einer Schüssel liegt. Beim jüngeren Blastoderm (Fig. 12) ist die Basis ziemlich gleichmäßig gegen den Dotter ausgebaucht, bei älteren (Fig. 13) bildet sie in ihrer Mitte einen aus einigen Zellen bestehenden Vorsprung, der sich tiefer nach innen einsenkt, als der seitliche Rand. Ich fand bei einem etwa fünfschichtigen Blastoderm diesen Vorsprung sehr weit in den Dotter hineinragend und nicht regelmäßig abgerundet, sondern mehr eckig begrenzt. Gegen Ende der Furchung ändern sich die Verhältnisse, indem das Blastoderm sich immer mehr unten abflacht. Nach Beendigung des Furchungsprocesses nimmt dasselbe eine sichelartige Gestalt an: der untere Blastodermrand erscheint dann gegen den Dotter konkav (Fig. 14).

Auf dem Stadium mit drei Zellenlagen wird das ganze Eiprotoplasma in Zellen zerlegt. Ausgenommen ist nur das unterhalb des Blastodermrandes gelegene, der Entoblastrinde zugehörige Protoplasma. Wenn man die Schnitte durchmustert, so findet man in diesem letzteren mehrere Kerne von derselben Struktur wie die der Blastodermzellen und von derselben alternirenden Anordnung, wie wir es schon

beim Goldfisch gesehen haben. Sie bilden hier etwa zwei Lagen. Einige dieser Kerne sind in Theilung begriffen, die hier in derselben indirekten Weise, wie beim Goldfisch, verläuft. Ich will nicht das schon oben Gesagte hier wiederholen. Ich erwähne nur kurz, dass ich sowohl in der Lage der Kernspindel, der Existenz der Verbindung zweier aus einer Theilung hervorgehenden Kerne und in der Lage dieser letzteren, als auch in dem verschiedenen Grad der Verbindung der Randzellen des Blastoderms mit den in Rede stehenden Theilen der Entoblastrinde etc., einen ähnlichen Abfurchungsprocess erkenne, wie ich es beim Goldfisch ausführlicher beschrieben habe.

Der Unterschied zwischen den beiden Fischarten liegt nur darin, dass die Abfurchung beim Macropoden — der Abwesenheit des Protoplasmagerüstes im Dotter entsprechend - ausschließlich am Rande des Blastoderms stattfindet, während es beim Goldfisch an der ganzen Blastodermbasis der Fall war. Dafür spricht auch die Abnahme des Protoplasmas in dem genannten Theile der Entoblastrinde beim Macropoden, wie es sich aus dem Vergleiche so nahe stehender Stadien, wie sie auf Fig. 12 und 13 abgebildet sind, deutlich erweist.

Ob bei der Furchung hier die Zellsepta gleich nach unten bis zur Basis der Keimscheibe greifen, ob die Zerlegung der Keimscheibe zuerst in deren oberen Regionen geschieht und erst dann nach unten schreitet, kann ich natürlich nicht sagen. Das letztere scheint mir aber das Wahrscheinlichste, da ich an einigen Schnitten des schon dreischichtigen Blastoderms einige Zellen in ihren untersten an die Blastodermbasis stoßenden Theilen mit einander in Verbindung fand (z. B. Fig. 12 rechts).

Die intermediäre Schicht entwickelt sich beim Macropoden in folgender Weise: Mit dem Fortschreiten der Furchung lösen sich die unteren Blastodermzellen von der dünnen protoplasmatischen Lamelle, die das Blastoderm vom Dotter trennt, immer mehr und mehr. Gegen das Ende des Furchungsprocesses, welches ich hier, wie ich es beim Goldfisch gethan habe, mit dem Aufhören der Abfurchung am Blastodermrande zusammenfallen lasse, wird diese unterhalb der Blastodermbasis liegende Lamelle schon ganz isolirt; unterhalb des Blastodermrandes bleibt sie, mit dem von der Abfurchung übrig gebliebenen kernhaltigen Protoplasma, welches hier noch eine ziemlich dicke Lage bildet, in Verbindung. Die Umwandlung dieser Protoplasmalage in die intermediäre Schicht (mihi) geschieht in derselben Weise wie beim Goldfisch. Da hier keine zelligen Elemente sich unterhalb der Blastodermbasis in ihren ursprünglich mittleren Theilen finden, entwickelt sich die intermediäre Schicht daselbst auf Kosten des am Rande

gelegenen Protoplasmas (sammt dessen Kernen), dessen eine Portion sich von hier gegen die Mitte hin verschiebt; also ähnlich wie es z. B. auch van Bambeke (II) beim Leuciscus rutilus, Agassiz und Whitman (I) beim Ctenolabrus beschrieben.

Ich muss noch bemerken, dass die in Rede stehende Schicht, vom Ende der Furchung hier merklich an Masse zunimmt, scheinbar auf Kosten des Dotters, in dessen Inneres sie mehrere dünne Ausläufer entsendet.

Eine Furchungshöhle — d. h. die Höhle im Blastoderm, so wie die Keimhöhle der Autoren — habe ich nicht beobachtet, eben so wenig die Entstehung irgend welcher zelliger Elemente aus der intermediären Schicht.

III. Kurze historisch-kritische Besprechung des Furchungsprocesses bei den Knochenfischen im Allgemeinen.

Nachdem ich den Furchungsprocess so wie die damit verbundene Entstehung der intermediären Schicht bei Carassius auratus und Polyacanthus viridiauratus beschrieben und sie eingehender besprochen habe, will ich jetzt dieselbe mit den entsprechenden Beobachtungen anderer Autoren bei den anderen Teleostiern vergleichen und einige allgemeine Schlussfolgerungen aus diesen Vorgängen bei den Knochenfischen überhaupt aussprechen.

Ich lasse hier die Besprechung der Vorgänge, wie sie sich an den ganzen Eiern, von der Oberfläche betrachtet, darstellen, bei Seite, so wie die Differenzirung der Längsachse des Embryo, da ich sie schon einmal ausführlicher besprochen habe, und beschränke mich ausschließlich auf die Vorgänge im Inneren eines sich furchenden Teleostiereies.

Wenn ich die von anderen Autoren an anderen Knochenfischen in Bezug auf die nämlichen Vorgänge gewonnenen Resultate zusammenfasse und sie mit denen an Gold- und Macropodenfischen vergleiche, so scheint es mir möglich zwei mehr oder weniger typische Modi des Furchungsprocesses und der Entstehung der intermediären Schicht bei dieser Thiergruppe zu unterscheiden, die meiner Meinung nach auf den verschiedenen Grad der Vollständigkeit resp. Schnelligkeit der Koncentration des Protoplasmas im Ei gegen den Keimpol zurückzuführen sind. Jedem Furchungsmodus scheint dann ein bestimmter Entstehungsmodus der intermediären Schicht zu entsprechen. In der Weise giebt es zwei Gruppen dieser Vorgänge, die bei verschiedenen Vertretern der Teleostier auftreten und uns diese Fische in zwei

Gruppen einzutheilen erlauben. Die Charakteristik dieser Gruppen gebe ich in nachstehender Tabelle:

I. Gruppe.	II. Gruppe.
1) Die Koncentration dauert bis gegen das Ende des Furchungsprocesses.	1) Dieselbe hört mit Anfang dieses Processes auf.
2) Zur Zeit des Auftretens der ersten Furchungsebene enthält die Keimscheibe kaum mehr als die Hälfte der ganzen zur Bildung des Blastoderms bestimmten Quantität des Eiprotoplasmas. Die andere Hälfte liegt im Dotter in Gestalt eines Gerüstes.	2) Zu derselben Zeit ist das ganze zur Bildung des Blastoderms bestimmte Protoplasma in der Keimscheibe aufgesammelt. Der Dotter ist frei von Protoplasma.
3) Dem entsprechend durchfurchen die allerersten Theilungsebenen zuerst nur diese Hälfte. Die erste horizontale Furchungsebene scheidet den Keim in obere und untere Hälfte.	3) Dem entsprechend zerlegen diese Furchungsebenen das ganze Protoplasma von Anfang an. Ausgenommen ist nur eine sehr dünne unter der Keimscheibe gelegene Lage desselben. Die erste horizontale Furchungsebene schneidet hier den Keim an seiner Basis ab; der vom Dotter nur durch die eben genannte dünne Lage getrennt erscheint.
4) Daher ist hier die Bildung der zweiten resp. unteren Blastodermzellenlage, so wie weitere Vermehrung der Zahl der Blastodermzellen (abgesehen von der Theilung der schon vorhandenen) als eine Art von Nach- oder Abfurchung zu betrachten.	4) Die Vermehrung der Zahl der Blastodermzellen beruht nur auf der Theilung der schon vorhandenen.
5) Die intermediäre Schicht entsteht aus einer Lage zelliger Elemente, die unterhalb der ganzen Blastodermbasis liegt.	5) Die intermediäre Schicht entsteht auf Kosten der zelligen Elemente, die den Randzellen des Blastoderms am Ende der Furchung entstammen.

Als Vertreter der ersten Gruppe betrachte ich — wie es leicht zu ersehen ist — den Carassius auratus. Ob er hier ganz allein steht, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, doch erscheint es mir wahrscheinlich. Ich habe wenigstens keinen anderen unter den bis jetzt untersuchten Knochenfischen gefunden, der allen den oben angeführten Bedingungen entsprochen hätte.

Zur zweiten dieser Gruppe gehören meiner Ansicht nach folgende Teleostier: Crenilabrus (Janošik, XVIII), Gadus (Ryder, XXVIII), Ctenolabrus (Agassiz und Whitman, I; Kingsley und Conn, XX), Merlucius Kingsley und Conn, XX), Tinca (van Bambeke, II; Janošik, XVIII), Trachinus (Brook, V), ein Gadoid (van Beneden, III; Haeckel, X). Wie sich aus den Abhandlungen der oben angeführten Autoren ergiebt, stimmen alle diese Fische betreffs der Punkte 1—4 (II. Gruppe) mit einander überein. Es ist nur der Punkt 5 — die Entstehung der intermediären Schicht —, über den die Angaben der Autoren einander widersprechen und am wenigsten genügend sind. Am besten erscheint diese Frage von Agassiz und Whitman (I) bei Ctenolabrus gelöst zu sein, wo sie die Entwicklung der intermediären Schicht dem Punkte 5 entsprechend folgendermaßen beschreiben: das Protoplasma der Randzellen bleibt eine Zeit lang nach dem Beginn der Furchung in Verbindung mit der Entoblastrinde, so wie mit der unterhalb des Keimes (siehe Punkt 2) liegenden dünnen Protoplasmaschicht. Bei der Trennung des Blastoderms an seiner Basis theilen sich seine Randzellen sammt den Kernen in der Weise, dass ihre unteren Abschnitte dabei abgeschnitten und dann senkrecht in zwei Theile zerlegt werden. Der eine derselben bleibt dann in Verbindung mit der unter dem Keim liegenden Protoplasmaschicht, der andere mit dem oberflächlichen Dotterüberzuge. Der eine giebt den Ursprung dem unter dem Keime liegenden Theile der intermediären Schicht, der andere dem außerhalb derselben liegenden. In der ganzen intermediären Schicht lassen sich zuerst Zellgrenzen unterscheiden, doch nachträglich verschwinden dieselben.

Brook (V) bestreitet neuerdings laut seiner Beobachtung an Trachinus vipera diesen Entstehungsmodus der intermediären Schicht, indem er die Verbindung der Randzellen junger Blastoderme mit der darunter liegenden, Punkt 4, Gruppe II erwähnten dünnen Protoplasmaschicht schon vom Stadium mit zwei Segmenten ab in Abrede stellt und folglich die Möglichkeit der Abstammung der Kerne der intermediären Schicht von den Blastodermrandzellen leugnet. Woher dann diese ersteren Kerne stammen, weiß er nicht, meint aber, sie seien entweder endogen oder vom ersten Furchungskern gebildet.

Ich bin geneigt die Angaben von Agassiz und Whitman als rich-

tiger zu betrachten, wenigstens so weit ich mich auf meine oben angeführten Beobachtungen beim Goldfisch, besonders aber bei den Macropoden (diese scheinen in dieser Hinsicht dem Ctenolabrus sehr nahe zu stehen), stützen darf. Ich erinnere hier nur daran, dass bei den Macropoden die unterhalb der Keimscheibe liegende Protoplasmaschicht eigentlich sehr lange Zeit von der Blastodermbasis noch nicht gesondert ist und in den mittleren Theilen eher als Zellenrand oder Zellengrenze der großen Dotterzelle wie als eine besondere Schicht aufzufassen ist (vgl. Fig. 12 und 13). Wenn es nicht paradox wäre, würde ich sagen, dass sich hier kein Platz für einen Kern (der vom ersten Furchungskern stammen sollte) findet. Die Sonderung dieser Schicht geschieht nur langsam und ihr Dickenwachsthum geht, wie wir schon gesehen haben, von ihrem dicken protoplasmatischen Rande aus, der unterhalb des Blastodermrandes liegt und mit diesem bis gegen das Ende der Furchung in Verbindung bleibt, indem er hier von den sich abfurchenden Zellen die Kerne bekommt.

Freilich bestreite ich nicht die Möglichkeit der direkten Abstammung der Kerne der intermediären Schicht vom ersten Furchungskern, wie es Hoffmann (XV) angiebt. Doch muss ich darauf aufmerksam machen, dass seine Angaben leider bis jetzt ganz allein dastehen.

Was die freie Entstehung dieser Kerne betrifft, so habe ich schon oben Gelegenheit gehabt, mich darüber auszusprechen und sie als zweifelhaft zu bezeichnen.

Um die eben besprochenen Verhältnisse der beiden von mir aufgestellten Teleostiergruppen besser zu erörtern, verweise ich auf zwei Schemata, von denen die eine (Fig. 21) die Verhältnisse der ersten Gruppe, die andere (Fig. 22) die der zweiten ausdrückt. Fig. 21 bezieht sich auf Carassius auratus, Fig. 22 auf Ctenolabrus (Agassiz und Whitman, I). Die beiden Figuren stellen uns einen Querschnitt durch ein junges Blastoderm etwa zur Zeit der Achttheilung vor; darauf sind aber auch später zum Vorschein kommende Gebilde eingetragen. Die am Ende dieser Abhandlung beigegebene Figurenerklärung genügt vollständig zum Verständnis dieser Schemata.

Außer den schon erwähnten giebt es noch eine Anzahl anderer bis jetzt untersuchter Knochenfische, die betreffs der in Rede stehenden Vorgänge verschiedene Übergangsstufen zeigen und sich entweder der einen oder der anderen der oben angeführten Gruppen nähern.

So unterscheidet sich der von mir beschriebene Macropode von der zweiten Gruppe dadurch, dass die allerersten Furchungsebenen hier von Anfang an nicht die ganze Keimscheibe zu zerlegen scheinen, sondern, wie schon oben erwähnt, nur langsam nach unten greifen.

Weiter trennt bei ihm die erste horizontale Furchungsebene den Keim nicht in seiner Basis ab, und es bildet sich hier keine solche Spalte, wie sie Agassiz und Whitman bei Ctenolabrus (I, Fig. 2), Janošik (XVIII) bei Crenilabrus und Brook (V) bei Trachinus beschrieben, und, Brook ausgenommen, als Furchungshöhle auffassten. Die erste horizontale Furchungsebene schneidet hier den Keim in obere und untere Lage.

Ob Gobius sich den Macropoden in dieser Beziehung anschließt oder ganz der ersten Gruppe angehört, kann ich nicht entscheiden. Weder bei Kupffer (XXII) noch Rauber (XXVII) finde ich irgend einen Anhaltspunkt.

Forelle und Lachs scheinen wieder näher der ersten Gruppe, nämlich dem Goldfisch zu stehen.

Dass die Koncentration des Protoplasmas bei der Forelle nicht mit dem Anfange der Furchung zusammenfällt, sondern noch etwas länger dauert, kann man wohl aus der Existenz eines unterhalb des Keimes gelegenen »Maschenwerkes« von Protoplasma schließen, welches Oellacher (XXV a, p. 383, 384) bei diesem Fische beschreibt und welches sammt der »Rindenschicht«, wie derselbe Autor berichtet, Anfangs im Zusammenhange mit der Keimscheibe steht. Diesen Zusammenhang, besonders am Rande des Blastoderms, sieht man an mehreren seiner Abbildungen (XXV a, Taf. XXXIII). Dieselben Verhältnisse fand er auch an den »Furchungspräparaten« obwohl er »hier meistens eine deutliche Kontour« des Keimes wahrgenommen hatte.

Klein (XXI), der dasselbe Untersuchungsobjekt hatte, sagt allerdings, dass die Grenze zwischen dem jungen Blastoderm und Dotter (in mittleren Theilen) relativ deutlich ist und zeichnet sie sogar sehr deutlich (XXI, Taf. VI, Fig. 1). Aber die Verbindung des Blastoderms mit dem »Parablaste« (Klein) erkennt er ebenfalls und betont dieselbe ausdrücklich.

Sowohl Oellacher als auch Klein stimmen darin überein, dass die ersten Furchungsebenen nur bis zur Hälfte der Keimscheibe in die Tiefe schneiden, so dass die erste horizontale Furchungsebene den Keim in eine obere und untere Lage theilt, wie es auch beim Lachs (His, XIV, Ziegler, XXXI) beobachtet wurde.

Die Zeichnungen von Oellacher (XXV a) und Klein (XXI) lassen uns vermuthen, dass unterhalb des Blastodermrandes die Abfurchung der Zellen stattfindet und Klein spricht sogar diese Vermuthung aus.

Die Entwicklung der intermediären Schicht scheint hier in ähnlicher Weise zu verlaufen, wie wir es bei Macropoden gesehen haben, also vom Rande der Blastodermbasis gegen ihre Mitte hin, wie

es Klein (XXI) ganz ausdrücklich sagt und auch die Abbildungen Oellacher's (XXV a) zu schließen erlauben.

Über die Abstammung der Kerne dieser Schicht finde ich keine positiven Angaben. Die Beschreibung Klein's vom Aussehen des Parablastes scheint mir hier auf ähnliche Verhältnisse zu deuten, wie ich sie beim Goldfisch und Macropoden bei der Umwandlung in die intermediäre Schicht (mihi) der derselben vorausgehenden zelligen Elemente beschrieben habe. So sagt Klein (XXI, p. 122—123): »in many sections its (d. h. des Parablastes) superficial layers are, over greater or smaller areas, of a more or less distinctly fibrillar structure especially well shown in the part next to the archiblast; it contains a great number of well defined vesicular nuclei, many of which contain a nucleolus; they (nuclei) are most numerous in the parts near the edge of the archiblast, and are of different sizes and shapes — chiefly elongated in the superficial parts — and appear generally to be disposed in groups, forming chains of bodies more or less pressed against each other«. In diesen Gruppen bläschenähnlicher Kerne möchte ich die neu aus den Fädenanschwellungen der Kernspindel entstehenden Kerne, in der fibrillären Struktur einiger Gebiete des »Parablastes« selbst wieder die Anordnung des Protoplasmas um die in der Theilung begriffenen Kerne des Goldfisch- resp. Macropodeneies erblicken. Ich verweise hier nur auf meine Abbildung (Fig. 6).

Darüber, dass wirklich derselbe indirekte Kerntheilungsmodus bei der Forelle wie bei meinen Untersuchungsobjekten stattfinden muss, geben uns die Beobachtungen Oellacher's (XXV a) Aufschluss. In einigen Blastodermzellen hatte er die strahlige Anordnung des verdichteten Protoplasmas um ein und zwei Centra beobachtet (XXV a, p. 398). In anderen Zellen wieder beschreibt er Kerne, die aus einzelnen Bläschen zusammengesetzt erscheinen. Er sah weiter öfters in einer Zelle zwei Bläschenreihen (p. 413, ibid.), die von einander entfernt lagen (z. B. seine Fig. 33, Taf. XXXIII; XXV a). In diesen Bläschen sah er gewöhnlich kleine solide Körperchen; doch fand er auch solche, die keine dieser Elemente besaßen (Taf. XXXIII, Fig. 31, p. 412, ibid.). Natürlich war Oellacher (p. 415, ibid.) im Irrthum, wenn er die Bläschen als einzelne Kerne und folglich die Furchungszellen als mehrkernig deutete. Er giebt auch an, dass diese »Häufchen« von Bläschen bei der Zelltheilung einfach mitgetheilt werden (p. 413, ibid.), aber er erkannte nicht in diesen Gebilden die Kerntheilungsfigur, obwohl er auch andere, nicht bläschenartige Kerne beobachtet hatte (p. 413, ibid.).

Was jetzt den Lachs betrifft, so scheint derselbe der Forelle sehr

nahe zu stehen. Die Angaben der Autoren (His, XIII, XIV; Ziegler XXXI; Rauber, XXVII; Goronowitsch, IX) aber stimmen hier nicht gut mit einander, wie es bei der Forelle der Fall war und bieten mir wenig Anhaltspunkte zur näheren Besprechung der bei dieser Fischart in Rede stehenden Vorgänge. So erscheinen mir z. B. die »Vorgänge in der Rindenschicht«, die His (XIV, p. 34—39) so ausführlich beim Lachs beschreibt, so merkwürdig, dass ich sie mit den entsprechenden Vorgängen beim Gold- und Macropodenfische gar nicht zu vergleichen verstehe.

Welche Stellung endlich zu beiden von mir aufgestellten Teleostiergruppen die von Kupffer beschriebene Spinachia, Gasterosteus, Syngnathus (XXII) und der Hering (XXIII), so wie die von Hoffmann leider mir nur aus seiner vorläufigen Mittheilung bekannt gewordenen pelagischen Formen (XV), wie Julis, Scorpaena etc. einnehmen, kann ich nach den Beschreibungen dieser Autoren nicht entscheiden.

IV. Umwachsung des Dotters.

Die Frage nach der Umwachsung des Dotters durch das Blastoderm bei den Knochenfischen wird bekanntlich von allen diese Frage berührenden Autoren (van Bambeke, II; van Beneden, III; Götte, VIII; Goronowitsch, IX; Kupffer, XXII, XXIII; Ziegler, XXXI und Anderen), ausgenommen His und Oellacher, einstimmig dahin beantwortet, dass das Blastoderm allseitig und gleichzeitig über die Oberfläche des Dotters gleite. Jedenfalls schließt Kupffer (XXIII, p. 212) die Möglichkeit einer »Abweichung« dieses Processes »kurz vor dem Schluss der Umwachsung« nicht aus, und Ziegler (XXXI, p. 21) notirt bei Rhodeus amarus »eine Asymmetrie in der Art, dass das Dotterloch etwas seitlich zu liegen kommt«. Trotzdem scheinen sie beide an der obigen allgemein gewordenen Ansicht festzuhängen.

Im scharfen Gegensatze zu diesen Autoren steht Oellacher (XXVI), p. 24), der den hinteren Blastodermrand bei diesem Processe als fixirt betrachtet.

His (XIV, p. 21) nimmt einen vermittelnden Standpunkt ein, indem er dem hinteren Rande nur eine im Verhältnis zum vorderen Blastodermrande relativ sehr langsame Bewegung zuschreibt.

Meine Vorstellung über den in Rede stehenden Vorgang, zu welcher ich auf Grund meiner Untersuchung gelangt bin, stimmt leider mit keiner von diesen drei erwähnten Ansichten überein. Ich habe hier nicht die Absicht diese oder jene Ansicht zu bestreiten: es kann sein, dass bei den anderen Knochenfischen der genannte Process in

dieser oder einer anderen Weise vor sich geht. Ich will hier nur aus einander setzen, wie es sich aller Wahrscheinlichkeit nach bei meinen Untersuchungsobjekten verhält, und zwar beim Goldfisch so wie einer pelagischen aus Triest stammenden mir unbekannt gebliebenen Teleostierform, die ich der Güte des Herrn Professor Dr. Selenka verdanke.

Das konservirte Material von diesem letzten Fische war leider nicht so reichlich, dass ich an ihm die Umwachsung des Dotters durch das Blastoderm Schritt für Schritt hätte verfolgen können. Aber sogar die wenigen Eier, die ich zur Verfügung hatte, gaben mir, Dank ihrer sehr deutlich ausgeprägten ovalen Gestalt, ein sehr schönes Resultat. Die Längsachse dieser Eier ist nämlich mehr als doppelt so groß wie ihre kurze Achse. Das junge Blastoderm, das ich hier gefunden habe, besaß etwa dieselbe Form, wie ich es beim Macropoden (Fig. 14) abgebildet habe. Es lag an einem Pole des Eies und zwar in der Weise, dass sein hinterer verdickter Rand (Fig. 23 *a*) ein wenig mehr nach dem Äquator des Eies zu verschoben war als sein vorderer verjüngter Rand (Fig. 23 *z*).

Die Umwachsung des Dotters durch dieses Blastoderm scheint hier nach dem bekannten Oellacher'schen Schema (XXVb, p. 4) vor sich zu gehen, aber mit dem Unterschied, dass der hintere Blastodermrand nicht von Anfang an fixirt wird, sondern eine kurze Zeit beweglich bleibt, indem er eine kleine Strecke noch weiter nach hinten rückt (bis *a'*, Fig. 23) und erst dann in seiner Lage weiterhin festgehalten wird. So fand ich z. B. ältere Blastoderme, bei denen dieser Rand dem Äquator des Eies ein wenig näher als zuvor lag, während der vordere Blastodermrand schon weit denselben überschritten hatte (bis *z'*, Fig. 23).

Leider habe ich kein noch älteres Blastoderm aus der Zeit vor dem Schluss des Dotterloches gefunden, um diese Umwachsung noch weiter beobachten zu können. Aber die Lage des jungen Fischchens auf dem Dotter scheint mir auch dafür zu sprechen, da wir so deutlich ovale Eier vor uns haben; diese Lage war derart, dass die unter der Schwanzanlage befindliche Stelle, an welcher die Schließung stattgefunden haben musste, ihrer Lage nach derselben des hinteren Blastodermrandes des zuletzt beschriebenen Stadiums vollständig entsprach (Fig. 23).

Es geht daraus hervor, dass der hintere Blastodermrand von eben diesem Stadium ab keine Veränderung in seiner Lage erlitten hat. Anders würde man es nur mit Hilfe der Annahme deuten können, dass dieser Rand, welcher zuerst dem vorderen Blastodermrande weit

vorauszulaufen erlaubte, dann das Versäumte nachholte und sogar ihn überholte, um an die andere Seite des Eies überzuschreiten. Das Alles erscheint mir höchst unwahrscheinlich.

In dem oben Gesagten habe ich den Umwachsungsmodus nur im Allgemeinen dargestellt. Auf die Einzelheiten einzugehen fehlte mir hier das nöthige Material. In dieser Beziehung gelang es mir an einem anderen Untersuchungsobjekte — beim Goldfisch — Einiges zu beobachten und das will ich im Nachstehenden kurz mittheilen.

Die Eier von Carassius auratus sind fast rund und eignen sich desswegen lange nicht so gut wie jene pelagische Form zum Studium des Umwachsungsprocesses, aber ihre relative Größe und besonders der Reichthum an Material erlaubte mir einige interessante Aufschlüsse zu gewinnen. Es scheint mir möglich, hier drei verschiedene Umwachsungsperioden zu unterscheiden.

I. Die erste dauert während der Furchung. Die Ausbreitung des Blastoderms auf der Dotteroberfläche wird hier durch Wachsthum seines Randes auf Kosten der sich abschnürenden, uns bekannten Entoblastzellen zu Stande gebracht. Dieselbe ist allseitig und passiv (Fig. 24, von $a\,z$ bis $a'\,z'$).

II. Die zweite Periode dauert vom Ende der Furchung bis zur Zeit, wo die Keimblätter sich anzulegen beginnen. Die Umwachsung des Dotters durch das Blastoderm wird hier durch die Verschiebung der Zellen des unteren Theiles des letzteren nach den Seiten hin eingeleitet, und zwar der Zellen, die ich als dem Entoblast entstammend betrachten möchte. Welche Ursachen dieser Verschiebung zu Grunde liegen, darauf will ich hier nicht näher eingehen, und konstatire nur die Thatsache, die jedenfalls evident und zweifellos bleibt. Diese Verschiebung selbst ist nach allen Seiten gleichmäßig, aber die dadurch bedingten Veränderungen im Blastoderm sind nicht gleich. Die Verschiebung nach vorn scheint mit einer raschen Bewegung oder Gleitung des vorderen Blastodermrandes verbunden zu sein, in Folge dessen wird dieser Rand bald verdünnt (Fig. 2). Der hintere Blastodermrand bewegt sich scheinbar gar nicht dabei, er wird nur dicker und baucht sich nach außen merklich aus, indem er bald einen Vorsprung bildet, wie es am besten aus der Abbildung (Fig. 8) zu ersehen ist. Das lässt sich meiner Meinung nach nur dadurch erklären, dass die Basis dieses Randes nicht fähig ist sich zu bewegen, so wie durch den Druck der sich hierher verschiebenden Blastodermzellen. Die Stütze dafür, dass die Basis des hinteren Blastodermrandes wirklich fixirt bleibt, möchte ich auch in der Form der intermediären Schicht sehen. Die dem Blastoderm zugewandte Oberfläche dieser Schicht

zeigt unterhalb dessen Vorderrandes (Fig. 8) einen abgerundeten Abhang, während sie unterhalb dessen Hinterrandes zu einer kammartigen Erhebung aufgetrieben erscheint, deren innere Seite den unteren Theil dieses letzteren umfasst. Die Annäherung des hinteren Blastodermrandes mehr dem Äquator zu geschieht in der Weise, dass er sich mit der Strecke *mn* (Fig. 8) allmählich dem Dotter resp. der intermediären Schicht direkt anlagert. Dadurch kommt die Verschiebung des in der oben erwähnten darunter gelegenen Verdickung der intermediären Schicht angegebenen Widerstandspunktes mehr nach hinten zu Stande, in Folge dessen wird diese Verdickung hier allmählich ausgeglichen und unter den von jetzt ab als Hinterrand funktionirenden Blastodermrand vorgeschoben. Die Umwachsung ist hier also allseitig, vorn aktiv und hinten passiv (Fig. 24, von $a' z'$ bis $a'' z''$).

III. Die dritte Periode endlich beginnt mit der Keimblätteranlage und dauert bis zum Ende der Umwachsung. Die Umwachsung geschieht hier nur nach dem Oellacher'schen Schema. Sie ist nicht mehr allseitig und aktiv (Fig. 24, von $a'' z''$ bis $a''' z'''$ etc.).

Ich muss noch bemerken, dass mich bei der Untersuchung des Umwachsungsmodus beim Goldfisch die Form der Eier gewissermaßen unterstützte. Sie sind nämlich an der dem hinteren Blastodermrande zugehörigen Seite etwas abgeflacht, während die derselben entgegengesetzte Seite schön abgerundet ist.

Nach dem Gesagten glaube ich behaupten zu dürfen, dass der hier beschriebene Umwachsungsmodus beim Goldfisch so wie bei jener zuerst erwähnten pelagischen Teleostierform sich gegenseitig decken.

Zum Schluss kann ich noch erwähnen, dass die Umwachsung des Dotters beim Macropoden scheinbar in derselben Weise vor sich geht. Ich habe hier auch die ihm eigenen großen Fetttropfen in Betracht gezogen; an der Richtigkeit dieses Verfahrens will ich aber nicht festhalten.

V. Anlage der Keimblätter.

1. Deckschicht.

Bevor ich zur Beschreibung des Meso- und Entoderms übergehe, will ich noch mit einigen Worten die sogenannte Deckschicht berühren. Dieselbe tritt, wie bekannt, sehr früh auf und bald nach dem Ende der Furchung ist sie schon gut zu unterscheiden. Am genauesten habe ich sie beim Carassius verfolgt. Die Zellen, welche diese Schicht zusammensetzen und mehr oder weniger (der Entwicklungsstufe des Eies entsprechend) abgeplattet sind, gehen am Rande des Blastoderms

Anfangs in runde, dann polygonal werdende größere Zellen über, die, wie Goronowitsch (IX, p. 384) trefflich sagt, »einen indifferenten Charakter besitzen«. So, zur Zeit der zweiten, oben erwähnten Umwachsungsperiode beim Goldfisch (Fig. 8), wird die äußerste Umkleidung des ganzen Blastodermrandes durch runde, ziemlich große Zellen gebildet, die an dessen hinterem Bezirke mehr als die ganze, sich später der Dotteroberfläche anlagernden Strecke (Fig. 8 *mm*) einnehmen. Zur Zeit der Mesodermanlage erhalten diese letzteren allmählich polygonale Form, um sich dann wieder abzuplatten; sie erreichen aber nie den Grad der Abplattung, durch welche sich die Zellen der mittleren Partie der Deckschicht kennzeichnen. Diese Randzellen umwachsen den Dotter rein epibolisch, indem sie sich immerfort theilen. Nach dem Schluss des Dotterloches bilden sie die erste Schwanzanlage: einen aus wenigen Deckschichtzellen bestehenden Hügel, dessen Entstehung wahrscheinlich einerseits auf die fortwährende Theilung der genannten Zellen, andererseits auf den Mangel des Platzes für weitere Ausbreitung in der ursprünglichen Richtung zurückzuführen sein dürfte. Die Lage dieses Hügels scheint mir für den Umwachsungsmodus nicht ohne Bedeutung zu sein. Er liegt nämlich nahe dem ursprünglichen Hinterrande des Blastoderms, was meiner Meinung nach nicht der Fall wäre, wenn die Umwachsung allseitig und gleichzeitig vor sich gehen sollte, dann würde dieses Gebilde wohl in derselben Entfernung vom hinteren wie vom vorderen Blastodermrande gelegen sein.

Den Übergang der Deckschicht in die untere Zellenreihe des Blastoderms in der Weise, wie es His (XIV) darstellt, kann ich nicht bestätigen. Die Zellen, die auf meiner Fig. 8 die äußerste Bekleidung des Blastodermrandes bilden, und die wirklich in die untere Blastodermzellreihe übergehen, gehören meines Erachtens nach nicht der Deckschicht an. Ebenfalls kann ich weder die Angaben Götte's (VIII) noch die von Kingsley und Conn (XX) bestätigen, dass nämlich diese Schicht sich einmal einstülpen sollte. Am Ende muss ich noch bemerken, dass ich nie gesehen habe, dass die ganze unter dem Blastodermrande gelegene Verdickung der intermediären Schicht mit den Deckschichtzellen äußerlich bedeckt wäre, wie es Brook (V, Abbildungen) beim Trachinus vipera zeichnet.

2. Mesoderm.

Über die Entstehung des Mesoderm im Allgemeinen herrschen verschiedene Ansichten. Die einen der Autoren, wie van Bambeke (II), His (XIV), Hoffmann (XV), Kupffer (XXII, XXIII), Lereboullet (XXIV), Oellacher (XXVb), Ryder (XXVIII), vertreten die Ansicht, dass das

Mesoderm durch einfache Abspaltung des Blastoderms, resp. des Randwulstes entstehe. Die anderen, wie Götte (VIII), Goronowitsch (IX), Henneguy (XI, XII), Haeckel (X), Ziegler (XXXI), so wie Agassiz und Whitman (I) leiten dasselbe vom umgeschlagenen Blastodermrande her. Nach van Beneden (III) soll dieses Keimblatt von der intermediären Schicht stammen.

Meine Untersuchungen über dieselbe Frage beziehen sich auf Carassius auratus und Gobius sp. In beiden Fällen vollzieht sich der Vorgang im Allgemeinen in derselben Weise und darf als eine Einstülpung bezeichnet werden. In einzelnen Punkten lassen sich dabei doch Verschiedenheiten wahrnehmen.

Beim Gobius ist dieser Process viel deutlicher und ich beschreibe ihn zuerst hier. Ich bemerke voraus, dass das Nachstehende im Allgemeinen mit den Angaben Kupffer's (XXII, p. 223, XXIII, p. 210) über denselben Fisch übereinstimmt, nur hatte dieser Forscher lediglich frische Eier vor sich und erkannte begreiflicherweise den Vorgang als solchen nicht.

Das Blastoderm von Gobius stellt uns unmittelbar vor der Einstülpung einen etwa vierschichtigen und — ausgenommen einen kleinen etwas dickeren Theil am embryonalen Rande —, gleichmäßigen Überzug der Hälfte des Eies dar. Eine Keimhöhle ist nicht zu sehen.

Nachdem das Blastoderm den Äquator überschritten hat, beginnt der Umschlag seines Randes (Fig. 15), natürlich die Deckschicht ausgenommen, und zwar in der Weise, dass die dadurch entstehende Verdickung des Blastodermrandes oder der sog. Randwulst doppelt so dick erscheint als das ganze übrige Blastoderm (Fig. 15). Dieser Vorgang scheint jedoch nicht genau in derselben Weise am vorderen wie am hinteren Blastodermrand vor sich zu gehen. Die Verhältnisse an diesen beiden Rändern bieten uns gewisse Unterschiede dar, sowohl in Form des Randwulstes im Allgemeinen als auch speciell in seiner Begrenzung gegen die darunter liegende Verdickung der intermediären Schicht, in der Form des umgeschlagenen Randes und der zwischen diesem letzteren und dem Ektoderm befindlichen Spalte. Diese Unterschiede lassen sich durch Beschreibung nicht in genügender Weise wiedergeben und ich verweise hier auf die beigegebene Abbildung, die nach dem Präparate mit der Camera gezeichnet ist (Fig. 15). Die aus der Abbildung zu ersehenden Verhältnisse am vorderen Blastodermrande weisen nämlich meiner Meinung nach aufs deutlichste auf einen Umschlag dieses Randes hin. Würde man dann die Verhältnisse am hinteren Blastodermrande anders erklären können? Ich glaube

nicht. Ich bin geneigt die hier auftretenden Unterschiede auf die bei der Dotterumwachsung schon erwähnte Unbeweglichkeit dieses Randes zurückzuführen.

Bei der weiteren Entwicklung verwischen sich die Unterschiede in der Gesammtgestalt beider Ränder (Fig. 17), aber es treten wieder Unterschiede in der Masse deutlich hervor, so dass schon eine kurze Zeit später und noch weit vor dem Schluss des Dotterloches der ganze hintere Rand viel mächtiger erscheint als der vordere (Fig. 17) und dies gilt sowohl für das Mesoderm als auch für das Ektoderm. Zwischen diesen beiden Keimblättern sieht man immer eine deutliche, obwohl oft sehr enge Spalte, welche sie von einander trennt (Fig. 16 und 17). Das Ektoderm verdünnt sich zugleich immer mehr in seinem mittleren Theile und zwar stets nahe dem vorderen, d. h. dem Kopfrande des Blastoderm. Die verdünnte, aus einer Zellenlage bestehende Ektodermschicht, hebt sich dann vom Dotter ab und wölbt sich nach außen zu, in Folge dessen unter derselben eine Höhle sich bemerken lässt (Fig. 17), die, wie wir dann sehen werden, beim Goldfisch fehlt.

Die Bildung des Mesoderms beim Goldfisch weicht etwas von der hier dargestellten ab. Ich habe schon bei Gelegenheit der Dotterumwachsung erwähnt, dass die Anlage der Keimblätter bei diesem zuletzt genannten Fische mit dem Ende der zweiten Umwachsungsperiode zusammenfällt. Zu dieser Zeit stellt uns das Blastoderm des Goldfisches eine etwa fünf- bis sechsschichtige Kappe vor, die dem Dotter aufsitzt; ihre Zellen liegen ziemlich dicht neben einander. Ihr Vorderrand ist ein wenig verdünnt, ihr Hinterrand wieder etwas verdickt. Der ganze Rand ist außerdem am Ende zugespitzt. Die Deckschicht ist schon differenzirt. Eine Keimhöhle ist auf diesem Stadium so wie auf allen späteren gar nicht zu sehen. Gleich nach diesem Stadium schlägt sich der zugespitzte Blastodermrand, die Deckschicht ausgenommen, in Form eines zwischen die intermediäre Schicht und das Ektoderm sich schiebenden Keils, nach innen zu und zwar zuerst an seinem hinteren, d. h. embryonalen Theile, und erst später schreitet er nach vorn. In Folge dieses Umschlags verdickt sich der ganze Blastodermrand und es kommt so zur Bildung des sog. Randwulstes.

Die Übergangsstelle des Ento- und Mesoderms ist gegen die intermediäre Schicht abgerundet, so dass zwischen dieser Stelle, der eben genannten Schicht und der Deckschicht ein im Querschnitt etwa dreieckiger Raum zu sehen ist, der am embryonalen Rande immer durch einige Zellen verstopft erscheint. Zwischen dem umgeschlagenen Rande und dem Ektoderm ist hier keine so deutliche Grenzspalte wie beim

Gobius vorhanden. Aber es ist immer eine Spalte zwischen dem Ektoderm, der intermediären Schicht und dem inneren Ende des umgeschlagenen Randes wohl zu unterscheiden. Von dieser Spalte ausgehend kann man immer eine fast gerade und deutliche Kluft (stellenweise mit Lücken) verfolgen, die die beiden Keimblätter von einander trennt. Oberhalb dieser Kluft liegt das Ektoderm, dessen Zellen dicht neben einander gelagert scheinen und mit ihren Längsachsen meist nach dem Centrum des Eies zu gerichtet sind, während die Zellen des Mesoderms mit ihren Längsachsen parallel der Oberfläche der darunter gelegenen intermediären Schicht liegen, mehr polygonal erscheinen und zwischen sich oft Lücken aufweisen (Fig. 9, 10, 11). Das Vorhandensein dieser eben erwähnten Spalte scheint mir für die Annahme zu sprechen, dass hier wirklich ein Umschlag stattgefunden und zwar, dass der umgeschlagene Rand direkt nach vorn wächst, indem er sich zwischen das Entoderm und die intermediäre Schicht schiebt und dieselben von einander entfernt. Die Anordnung der Zellen an diesem umgeschlagenen Rande ist gewöhnlich derart, dass man die äußerste Zellenlage des Ektoderms in die unterste des Mesoderms in schönem Bogen übergehen sieht; oft findet man sogar mehrere Zellenreihen, die sich in ähnlicher Weise verhalten (Fig. 9, 11).

Die lockere Anordnung der Mesodermzellen, wie ich sie an einigen Präparaten gesehen habe, und wie sie auch bei vielen anderen Fischen von anderen Autoren beschrieben wurde, ist meiner Meinung nach nur Kunstprodukt, als Folge der Zusammenziehung der intermediären Schicht und Abreißens dieser Zellen von den viel mehr kompakt an einander gelagerten Entodermzellen. An solchen Präparaten kann man sich davon schon durch die einander gegenüber liegenden Umrisse der Ektoderm- und der Mesodermschicht überzeugen. An der Stelle, wo kein Mesoderm mehr liegt, also in mittleren Partien des Keimes, sah ich die intermediäre Schicht immer an das Ektoderm sich anschließen.

Die Anlage des Mesoderms am hinteren Rande geht, wie schon erwähnt wurde, der am vorderen voraus, so dass man dieselbe an demselben Längsschnitte durch ein entsprechendes Stadium an dem zuerst genannten Rande als mächtige Lage schon erkennt, während sie am vorderen Rande erst im Beginn ihrer Entstehung sich befindet (Fig. 10 und 11). Es besteht also hier eine Abweichung von den Befunden bei Gobius (vgl. Fig. 15). Mit diesem letzteren Fisch stimmt aber Carassius darin überein, dass auch bei ihm der genannte Umschlag am vorderen Blastodermrande viel deutlicher zu unterscheiden ist als am hinteren.

Am Ende muss ich noch bemerken, dass bei diesen Fischen die Mesodermanlage unter dem später auftretenden Achsenstrange relativ dünner ist und nicht so weit nach vorn rückt, wie dicht seitlich von demselben; dies wurde übrigens auch von anderen Autoren öfters erwähnt.

Es sei mir hier zum Schlusse erlaubt, auf Grund der Mesodermentstehung einige Gedanken auszusprechen, die meine Behauptung der Unbeweglichkeit des hinteren Blastodermrandes während der dritten Periode der Dotterumwachsung stützen dürften.

Ich habe schon früher versucht aus einander zu setzen, dass die Verschiebung der Zellen des unteren Blastodermtheiles nach der Furchung nach allen Seiten zu gleichmäßig erscheint. Den gleichen Schluss erlaubt noch das Blastoderm des Gobius (Fig. 15).

In welcher Weise können wir uns dann diese bedeutende Zunahme an Masse, die wir später (Fig. 17) am hinteren Blastodermrande im Verhältnis zum vorderen wahrnehmen und weiterhin die dabei stattfindende Verdünnung des mittleren Blastodermtheiles und hauptsächlich die Lage dieser verdünnten Stelle nahe dem vorderen Blastodermrande erklären? Es scheint mir nicht unmöglich, dass der sich dem animalen Eipole nähernde Blastodermrand auf die mittlere Blastodermpartie ausdehnend wirken könnte, die Folge davon wäre natürlich die Verdünnung dieser Partie. Wenn wir jetzt annehmen, dass der ganze Blastodermrand ringsum sich weiter schiebt, so wäre es unbegreiflich, warum diese Verdünnung nicht ganz in der Mitte des Blastoderms entstehen sollte. Nehmen wir wieder an, dass der hintere Blastodermrand unbeweglich bleibt, so gewinnt die Erscheinung an Wahrscheinlichkeit: die größte Spannung und folglich die größte Verdünnung würde nahe dem beweglichen, also dem vorderen Blastodermrand zu liegen kommen. Zu gleicher Zeit ließe sich durch diese Annahme auch die Verschiedenheit der Massenzunahme an beiden Rändern besser erklären. Die sich immerfort vermehrenden Zellen bleiben am Hinterrande an derselben Stelle der Eioberfläche liegen und verursachen hier die genannte Massenzunahme, während sie am vorderen, beweglichen Blastodermrande, auf eine größere Strecke dieser Oberfläche vertheilt werden. Weiter würde dann der unbewegliche Hinterrand nur in der Richtung nach vorn wachsen können, und auf die verdünnte Blastodermstelle einen Druck ausüben; als Folge dieses Druckes würde dann, wenn das Weiterrücken des vorderen Blastodermrandes in seiner Schnelligkeit hinter dem Wachsthum des hinteren Randes bliebe, eine Wölbung dieser verdünnten Stelle nach außen eintreten, wie wir es bei Gobius wirklich finden.

Was die Mesodermanlage an diesen beiden Rändern selbst betrifft, so würde man sich ebenfalls die hier bestehenden Unterschiede mit der obigen Annahme besser erklären können. Am Hinterrande würde dann die Invagination in ihrer ganzen Kraft wirken, während am entgegengesetzten Rande ein Theil ihrer Intensität in Epibolie, Verschiebungskraft umgewandelt zu werden scheint. Am Ende verweise ich auf das, was über die Dotterumwachsungsfrage schon früher gesagt wurde.

3. Entoderm.

Die Meinungen der Autoren über die Entstehung des Entoderms weichen viel mehr von einander ab als über die des Mesoderms. Lereboullet (XXIV), Klein (XXI), Kupffer (XXII, XXIII), van Beneden (III) und van Bambeke (II) leiten das Entoderm von der intermediären Schicht ab. An diese schließt sich gewissermaßen auch Brook (V) an, der aber nicht in der ganzen Schicht, sondern nur in deren äußeren ringförmigen Verdickung die Entodermbildungsstätte sieht. Oellacher (XXVb), His (XIV), Hoffmann (XV), Ryder (XXVIII), weiter Goronowitsch (IX), Henneguy (XI, XII) und Haeckel (X) lassen dieses Keimblatt durch Abspaltung von der ursprünglich mit Mesoderm gemeinschaftlichen Anlage entstehen. Ziegler (XXXI) leitet es direkt vom Ektoderm ab, und zwar durch Einstülpung desselben, Götte (VIII) und Kingsley und Conn (XX) von der sich einstülpenden Deckschicht. Janošik (XVIII) durch Einstülpung des Blastodermrandes, die Deckschicht ausgenommen. Endlich Agassiz und Whitman (I) durch Hineinwachsen einiger Zellen vom Rande des Blastoderms gegen seine Mitte.

Wir sehen also, dass etwa sechs verschiedene Meinungen darüber herrschen und ich muss leider deren Zahl noch um eine vermehren, da die von mir in derselben Frage gewonnenen Resultate mit keiner von den oben angeführten Ansichten übereinstimmen.

Ich habe wieder hier die schönsten Bilder beim Gobius gefunden. An einem Blastoderm, wie es Fig. 16 zeigt, finde ich zwischen dem hinteren umgeschlagenen Blastodermrand, der darunter liegenden Verdickung der intermediären Schicht und der Deckschicht eine Zellenlage, die allseitig vollständig gesondert ist. Sie besitzt die Form eines schmalen Keils, dessen stumpfe oberflächlich von der Deckschicht bedeckte Seite mit dem umgeschlagenen Blastodermrande einen Winkel bildet (Fig. 16—20). Von diesem letzteren erstreckt sich oft eine deutliche Spalte zwischen das Ektoderm, Mesoderm und das Entoderm (Fig. 16, 17, 19).

Die Zellen der genannten Entodermschicht sind relativ größer und viel heller als die übrigen Blastodermzellen (Fig. 16, 18, 19, 20); auch sind sie in Form und Anordnung von denen des Blastoderms ganz verschieden. Sie nehmen nur eine kleine Strecke am hinteren, d. h. embryonalen Rande (Fig. 17) ein, und bilden von unten oder oben gesehen etwa ein Dreieck, dessen Grundfläche der Deckschicht zugewandt ist und dessen Spitze in der Längsachse des Embryo liegt und gegen sein späteres Kopfende gerichtet erscheint.

In der Weise zeigen uns die Schnitte durch die Längsachse die größte Ausdehnung dieser Anlage nach vorn (Fig. 18), während Schnitte durch Regionen der Keimscheibe, welche weiter von der Mittellinie entfernt sind, dieselbe immer kürzer darstellen (Fig. 20).

Die Zellen dieser Entodermanlage liegen ursprünglich in einer Schicht (Fig. 16, 18), wie ich mich auch an Querschnitten überzeugen konnte. Diejenigen, welche die Längsachse des Embryo nahe der Deckschicht einnehmen, erscheinen nur etwas höher (Fig. 18) als die seitlichen. Dann aber beginnen diese ersteren sich zu theilen, und so finden wir hier bald zwei auf einander liegende Lagen, die beide nach vorn immer in eine Schicht zusammenlaufen (Fig. 19).

Woher stammt jetzt die beschriebene Entodermanlage? Es war mein erster Gedanke, als ich die scheinbar nähere Beziehung derselben (siehe Abbildungen) zur intermediären Schicht als zum Meso- oder Entoderm sah, dass sie von dieser ersteren abzuleiten wäre. Ich suchte aber vergeblich nach Beweisen dafür. Die Grenze zwischen der intermediären Schicht und dem Entoderm war immer deutlich zu sehen. Das Protoplasma dieses letzteren war von dem der genannten Schicht verschieden. Ebenfalls waren die Kerne dieser Schicht viel größer, unregelmäßig lang gestreckt mit einigen Spuren direkter Theilung, während die Kerne der Entodermzellen denen der übrigen Blastodermzellen sich ähnlich erweisen. Außerdem habe ich keine Spur von Zellgrenzen um die Kerne der intermediären Schicht gefunden.

Es bleibt natürlich nur die Annahme, dass die eben beschriebene Entodermanlage dem hinteren Blastodermrande entstammt und es wäre in erster Reihe eine Abspaltung als wahrscheinlich anzunehmen, wenn nicht der Vorgang etwas anders verliefe.

Ich habe schon bei der Besprechung der Mesodermentstehung erwähnt, dass bei dem Umschlage des Blastodermrandes ein im Querschnitt etwa dreieckiger Raum zwischen diesem Rande, der intermediären Schicht und der Deckschicht verbleibt, der am embryonalen Rande durch einige sehr wenige Zellen verstopft erscheint. Diese Zellen liegen außerhalb des Umschlagbezirkes, wie ich mich auch an mehreren

Eiern von Carassius auratus überzeugen konnte (Fig. 11). Ich bin geneigt dieselbe von einigen dieser Blastodermzellen abzuleiten, die am hinteren Blastodermrande während der zweiten Umwachsungsperiode die äußerste Bekleidung dieses Randes bilden und bei dessen Anlagerung an die intermediäre Schicht, durch den sich umschlagenden Blastodermrand nicht mitgeschleppt werden, sondern außerhalb des Umschlagbezirkes liegen blieben. Ich stütze mich dabei hauptsächlich auf den Goldfisch, da ich vom Gobius keine entsprechenden Stadien besaß, aber so weit ich aus den Abbildungen Rauber's (XXVII) schließen kann, scheint es mir sehr wahrscheinlich, eine Parallele hier durchzuführen.

Die in Rede stehende Entodermanlage habe ich ebenfalls bei Carassius auratus unterscheiden können, aber ich muss gestehen Anfangs nicht so schön wie bei Gobius. Erst später wurde sie ganz deutlich, wenn in derselben vier Zellenreihen zu unterscheiden waren. Über die Möglichkeit einer Abfurchung der Zellen aus der intermediären Schicht bei diesem Fisch habe ich mich schon oben ausführlich ausgesprochen und diesen Vorgang abgewiesen.

Das weitere Schicksal des Entoderms habe ich nur beim Goldfisch verfolgt, wo es später, wie oben bemerkt wurde, sehr deutlich zu unterscheiden ist. Auf einem Querschnitt durch das Ei, als der Schluss des Dotterlochs nahe bevorstand, fand ich am hinteren Blastodermrande unter dem sich anlegenden Achsenstrange ein aus einigen Zellen bestehendes Gebilde, das etwa die Form eines Dreiecks darstellt, dessen eine und zwar die längste Seite der intermediären Schicht anlag, während die derselben entgegengesetzte Spitze den Achsenstrang von unten berührte. Je mehr nach vorn, desto niedriger und überhaupt kleiner erschienen die Zellen dieses Dreiecks. Es muss hier hervorgehoben werden, dass die denselben zusammensetzenden Zellen sich von allen umgebenden durch ihr äußerst helles Aussehen unterschieden. Auf einem Längsschnitt durch ein Stadium zur Zeit des Schlusses des Dotterloches fand ich an demselben hinteren Rande das Entoderm wieder in Gestalt eines Keiles, etwa wie auf Fig. 19, an welcher jedoch ungefähr vier Zellenreihen zu sehen waren. Die unterste derselben, d. h. die an die intermediäre Schicht anstoßende, bestand aus polygonalen Zellen, während die Zellen aller übrigen Reihen sich als cylindrisch erwiesen, langgestreckt, mit ihren Längsachsen parallel dem Verlaufe der Reihen selbst gerichtet. Diese letzteren stellen uns aller Wahrscheinlichkeit nach die erste Anlage der Chorda dar.

Nachdem ich die Keimblätteranlage näher besprochen habe, sei es mir zum Schluss erlaubt eine Bemerkung über die Gastrulation am Ei des Goldfisches zu machen. Dieselbe scheint mir nämlich große Ähnlichkeit mit demselben Vorgange bei den Selachiern zu haben. Das Verhalten des hinteren Randes während der zweiten Umschlagsperiode beim Goldfisch darf wohl einigermaßen der Invagination bei den Elasmobranchiern[1] an die Seite gestellt werden. Hier und dort ist es die äußerste Zellenlage am hinteren Blastodermrande, die die Elemente des Entoderms liefert. Bei beiden bildet sich das Entoderm nur an diesem Blastodermrande und breitet sich von hier nach vorn aus. Hier und dort ist die Beweglichkeit des hinteren Randes auf ein Minimum reducirt. Die zwischen dem Goldfisch und den Selachiern bestehenden Unterschiede sind wohl nicht so groß, dass hier keine Parallele gezogen werden könnte. Die Invagination beim Goldfisch erscheint vielmehr modificirt und ist daher schwieriger zu erkennen, als es bei den Selachiern der Fall ist.

Erlangen, im September 1885.

Litteraturverzeichnis.

I. A. Agassiz and C. O. Whitman, On the development of some pelagic fish eggs. Preliminary notice. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XX. August 1884.

II. Ch. van Bambeke, Recherches sur l'embryologie des poissons osseux. Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers, publ. par l'Acad. roy. de Belgique. Tome XL. 1876.

III. Éd. van Beneden, Contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téléostéens. Bulletins de l'Acad. roy. des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. XLIV Annés. 2me Sér. T. XLIV. 1877.

IV. F. Blochmann, Über direkte Kerntheilung in der Embryonalhülle der Skorpione. Morphol. Jahrb. Bd. X. 1885.

V. G. Brook, On the Origin of the Hypoblast in Pelagic Teleostean Ova. Quart. Journal of Microscop. Science. New Series. No. XCVII. 1885. January.

VI. H. Fol, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome XXVI. 1879.

[1] F. M Balfour, A monograph on the development of elasmobranch fishes. London 1878. — J. Rückert, Zur Keimblattbildung bei Selachiern. München 1885.

VII. Hugo Gensch, Das sekundäre Entoderm und die Blutbildung beim Ei der Knochenfische. Inaugural-Dissertation. Königsberg i. Pr. 1882.

VIII. A. Götte, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Arch. für mikr. Anat. Bd. IX. 1873.

IX. N. Goronowitsch, Studien über die Entwicklung des Medullarstranges bei Knochenfischen etc. Morphol. Jahrb. Bd. X. 1885.

X. E. Haeckel, Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. IX. 1875.

XI. L. F. Henneguy, On some Facts in regard to the first Phenomena of the Development of the Osseous Fishes. The Annals and Magazine of Natural History. Vol. VI. Fifth Series. 1880.

XII. L. F. Henneguy, Sur la formation des feuillets embryonnaires chez la Truite. Compt. rend. Acad. sc. Paris. 1882. Tome 95.

XIII. W. His, Untersuchungen über das Ei und die Entwicklung bei Knochenfischen. Leipzig 1873.

XIV. W. His, Untersuchungen uber die Entwicklung von Knochenfischen, besonders über diejenige des Salmens. Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsgeschichte. Bd. I. 1876.

XV. C. K. Hoffmann, Vorläufige Mittheilung zur Ontogenie der Knochenfische. Zool. Anzeiger. III. 1880.

XVI. C. K. Hoffmann, Zur Ontogenie der Knochenfische. Naturk. Verh. der Koninkl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. T. XXI. 1881. Nach dem Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie. Litteratur 1881. Bd. X.

XVII. C. K. Hoffmann, Zur Ontogenie der Knochenfische. Naturk. Verh. der Koninkl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. T. XXIII. 1882. Nach dem Zoologischen Jahresbericht für 1882.

XVIII. J. Janošik, Partielle Furchung bei den Knochenfischen. Arch. für mikr. Anat. Bd. XXIV. 1884.

XIX. J. Johow, Untersuchungen über die Zellkerne in den Sekretbehältern und Parenchymzellen der höheren Monocotylen. Inaugural-Dissertation. Bonn 1880.

XX. Kingsley und Conn, Some Observations on the Embryology of the Teleosts. Mem. Boston Soc. N. H. Vol. 3. Nach dem Zool. Jahresberichte für 1883. IV. Abth.

XXI. E. Klein, Observations on the Early Development of the common Trout (Salmo fario). Quart. Journal of microscop. Sciences. Vol. XVI. New Series. 1876.

XXII. C. Kupffer, Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. Arch. für mikr. Anat. Bd. IV. 1868.

XXIII. C. Kupffer, Die Entwicklung des Herings im Ei. Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1874—1876. Berlin 1878.

XXIV. M. Lereboullet, Recherches d'embryologie comparée sur le développement de la truite, du lézard et du limnée. Annales des sciences naturelles. Zoologie. T. XVI. 1861.

XXV a. J. Oellacher, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXII. 1872.

XXV b. Ibidem. Bd. XXIII. 1873.

XXVI. W. H. Ransom, Observations on the Ovum of Osseous Fishes. Philosophical Transactions. Vol. 157. 1868.

XXVII. A. Rauber, Neue Grundlage zur Kenntnis der Zelle. Morphol. Jahrb. Bd. VIII. 1883.

XXVIII. J. A. Ryder, A contribution to the embryography of osseous fishes, with special reference to the development of the cod (Gadus Morrhua). The annual report of the commissioner of fish and fisheries for 1882.

XXIX. Schmitz, Untersuchungen über die Struktur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen. Sitzungsberichte d. niederrhein. Gesellsch f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. Juli 1880.

XXX. Ed. Strasburger, Über den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882.

XXXI. E. Ziegler, Die embryonale Entwicklung von Salmo salar. Inaugural Dissertation. Freiburg i. B. 1882.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet:

D, Deckschicht
S, sensorielles Blatt } Ektoderm;
M, Mesoderm;
E, Entoderm;
I, intermediäre Schicht;
N, Kern;
d, Dotter;
eg, Entoblastgerüst;
er, Entoblastrinde;
h, hinten;
v, vorn.

Tafel XVII.

Fig. 1—9. Carassius auratus L. (Goldfisch).

Fig. 1. Längsschnitt durch ein achtzelliges Blastoderm.

Fig. 2. Längsschnitt durch ein Blastoderm mit etwa zwei Zellenlagen.

Fig. 3. Längsschnitt durch ein Blastoderm mit etwa drei bis vier Zellenlagen (in einiger Entfernung von der Längsachse des Embryo).

Fig. 4. Stück eines Längsschnittes durch das Blastoderm mit vier Zellenlagen.

Fig. 5. Stück eines Längsschnittes durch ein Blastoderm mit sieben Zellenlagen.

Fig. 6. Basaltheil eines Blastoderms mit etwa zehn Zellenlagen. Längsschnitt (in einiger Entfernung von der Längsachse des Embryo).

Fig. 7. Die Hälfte des Basaltheiles eines Blastoderms mit mehreren Zellenlagen. Querschnitt.

Fig. 8. Längsschnitt durch ein Blastoderm mit etwa 15 Zellenlagen.

Fig. 9. Querschnitt durch einen Blastodermrand nahe dem Kopfende.

Fig. 10—11. Carassius auratus L. (var. Teleskopfisch).

Fig. 10. Längsschnitt durch den vorderen Blastodermrand.

Fig. 11. Längsschnitt durch den hinteren Blastodermrand.

Fig. 12—14. Polyacanthus viridiauratus Lac. (Macropode).

Fig. 12. Querschnitt durch ein etwa dreischichtiges Blastoderm.

L, die das Blastoderm vom Dotter trennende protoplasmatische Lamelle.

Fig. 13. Längsschnitt durch ein etwa vierschichtiges Blastoderm.

F, *F'*, Fetttropfen;

eh, Eihülle;

L, wie in Fig. 12.

Fig. 14. Längsschnitt durch ein Blastoderm nach dem Ende der Furchung.

Fig. 15—20. Gobius sp.

Fig. 15. Längsschnitt durch das Blastoderm kurze Zeit nach dem Umschlage dessen Randes.

Fig. 16. Längsschnitt durch den hinteren Blastodermrand eines älteren Stadiums.

Fig. 17. Längsschnitt durch ein Ei desselben Stadiums, wie Fig. 16.

H, Höhle zwischen dem Dotter und Ektoderm.

Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20. } Stück des hinteren Randes eines Blastoderms im Stadium, wie Fig. 16; Längsschnitte; von drei verschiedenen Eiern.

Fig. 21. Schema des Furchungsprocesses bei der I. Teleostiergruppe.

ek, Ektoblast;

en, Entoblast;

×××××, Platz der ersten horizontalen Furchungsebene.

Fig. 22. Schema des Furchungsprocesses bei der II. Teleostiergruppe.

Bezeichnung wie in Fig. 21.

Fig. 23. Schema der Dotterumwachsung bei einer marinen Teleostierform.

a, *a'* . . . . , hinterer Blastodermrand;

z, *z'* . . . . , vorderer Blastodermrand.

Fig. 24. Schema der Dotterumwachsung bei Carassius auratus L.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

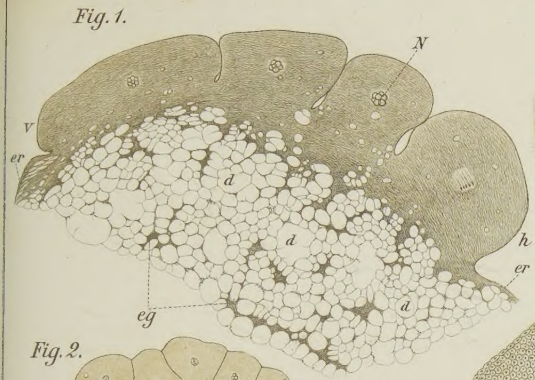


Fig. 1.
N
V
er
d
d
h
er
eg
d

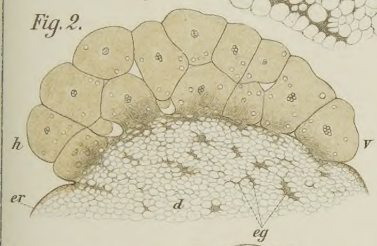


Fig. 2.
h
V
er
d
eg

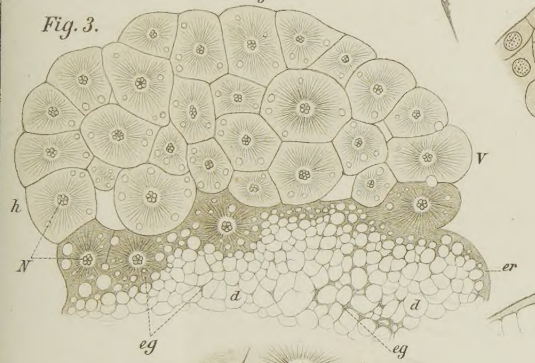


Fig. 3.
V
h
N
er
d
d
eg
eg

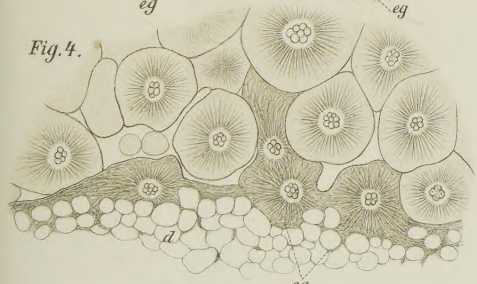


Fig. 4.
d
eg

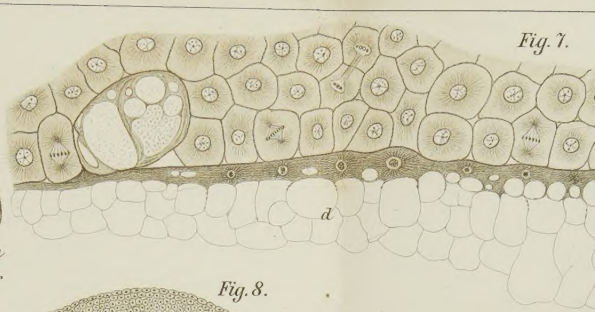


Fig. 7.
d

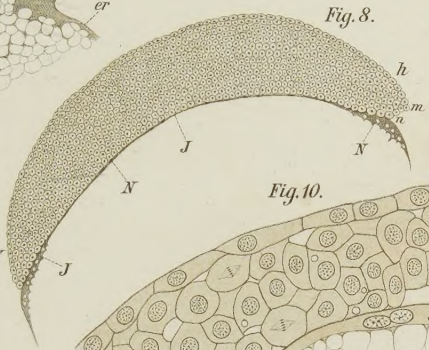
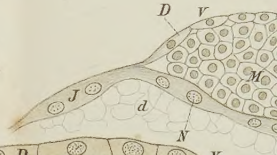


Fig. 8.
h
m
n
J
N
N
V
J


D
V
M
J
d
N

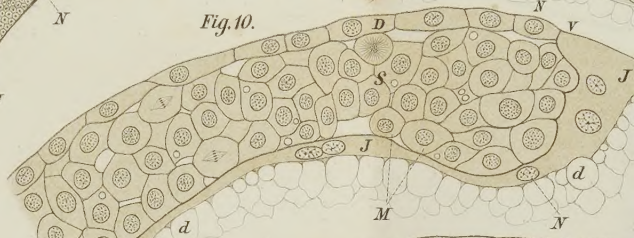
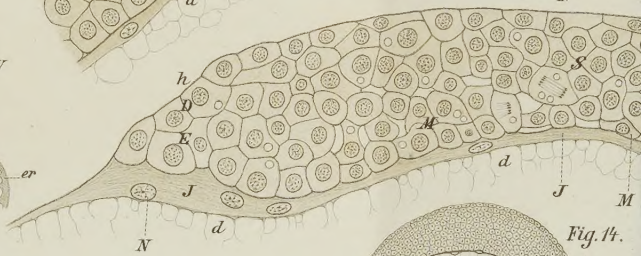


Fig. 10.
D
V
J
S
J
d
M
N
d


h
S
D
M
E
d
J
J
M
J
N
d

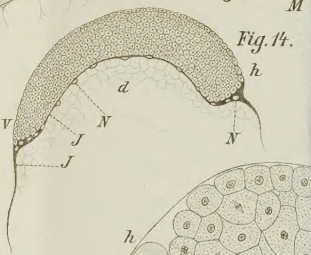


Fig. 14.
h
d
V
N
J
N
J

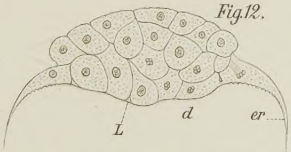
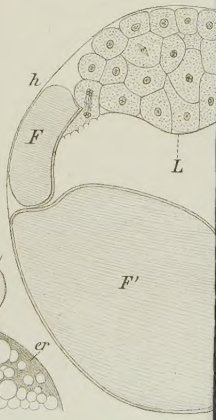


Fig. 12.
L
d
er

Fig. 5.
d


h
F
L
F'
er

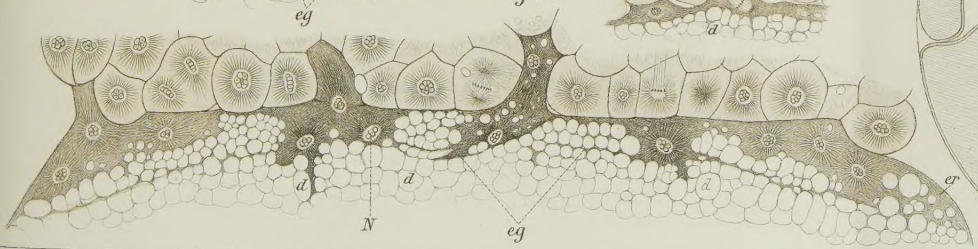


Fig. 6.
d
d
d
N
eg

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.